

Mestrado em Estatística e Gestão de Informação

Master Program in Statistics and Information Management

Aplicação da Teoria das Cadeias de Markov ao Estudo Bibliométrico

O Caso da Produção Científica dos Bancos Centrais

Sara Alexandra da Silva Garanito Maciel

Dissertação apresentada como requisito parcial para
obtenção do grau de Mestre em Estatística e Gestão de
Informação

NOVA Information Management School
Instituto Superior de Estatística e Gestão de Informação

Universidade Nova de Lisboa

NOVA Information Management School
Instituto Superior de Estatística e Gestão de Informação
Universidade Nova de Lisboa

**APLICAÇÃO DA TEORIA DAS CADEIAS DE MARKOV AO ESTUDO
BIBLIOMÉTRICO: O CASO DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA DOS
BANCOS CENTRAIS**

por

Sara Alexandra da Silva Garanito Maciel

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em
Estatística e Gestão de Informação, Especialização em Análise e Gestão de Informação

Orientador: Professor Dr. Bruno Damásio

Co-Orientador: Professor Dr. Sandro Mendonça

Julho 2021

AGRADECIMENTOS

O desenvolvimento deste trabalho foi desafiante não só por todo o contexto em que o mesmo foi realizado, mas também pela responsabilidade associada a um trabalho de final de curso. Por esse motivo, gostaria de dedicar esta página aos agradecimentos a todas as pessoas que me apoiaram ao longo deste processo e que permitiram que o mesmo fosse concretizável.

Quero agradecer ao Professor Doutor Bruno Damásio e ao Professor Doutor Sandro Mendonça por embarcarem nesta longa viagem comigo, por todos os conselhos dados e pela motivação transmitida.

À minha família, aos meus pais e aos meus irmãos, quero agradecer todo o apoio, compreensão e incentivo, não só no desenvolvimento desta tese, mas também em todos os momentos da minha vida.

Gostaria ainda de mencionar as minhas amigas mais próximas. À minha melhor amiga Margarida agradeço toda a companhia, a amizade e todas as conversas desde as mais sérias, em que eram partilhadas preocupações no desenvolvimento deste trabalho, mas também as mais lúdicas que permitiam desanuviar a cabeça.

Às minhas amigas Joana e Miriam, quero agradecer todas as mensagens com motivação diária e a compreensão por todos os planos sacrificados, planos estes que ficaram circunscritos a almoços rápidos durante a semana nas curtas pausas para almoço.

Gostaria ainda de agradecer à minha colega e amiga de Mestrado, Teresa, pela companhia ao longo destes anos, pela animação presente em todos os momentos e pela amizade.

Quero ainda endereçar os meus agradecimentos a todas as pessoas que se cruzaram no meu caminho e, que de certa forma contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

A todos, os meus mais sinceros agradecimentos.

RESUMO

Os Bancos Centrais têm várias funções, das quais interessa aqui realçar, para efeitos da análise que irá ser realizada, a formulação e a supervisão das políticas monetárias. Neste contexto, será importante equacionar e definir o papel dos seus departamentos de estudos e análise para exercerem essas funções e os meios de atuação que devem ter ao seu alcance para que esta se revele eficaz.

Para além disso, o conhecimento técnico aprofundado e a investigação especializada são fatores muito importantes para a credibilidade e para a reputação dos Bancos Centrais, já que, na qualidade de supervisores do sistema bancário, devem ter capacidade para identificar problemas no sistema financeiro e, se possível, antecipar riscos e crises que possam colocar em causa não apenas o sistema financeiro, mas afetar a economia no seu todo.

Com esta dissertação, pretende-se realizar uma análise bibliométrica à produção científica dos Bancos Centrais antes e depois da introdução do Euro, recorrendo não só aos indicadores usuais, mas também recorrendo à Teoria das Cadeias de Markov.

PALAVRAS – CHAVE

Análise de Publicações, Bancos Centrais, Bibliometria, Cadeias de Markov, Produção Científica

ABSTRACT

Central banks have a wide range of tasks, from which we can highlight for the purpose of this study the conduct of monetary policy. In this regard, it is important to define and reflect upon the role of their research departments to support the execution of those tasks in the most efficient way possible.

Additionally, having research capacity and specialized knowledge can improve the credibility and reputation of Central Banks and the policy they produce, since as supervisors, they must be capable to identifying problems in the financial system and, if possible, to predict risks and crisis that can jeopardize not only the financial system but the economy.

With this work we intend to carry a bibliometric analysis to the scientific production of Central Banks before and after the introduction of the Euro, not only using the usual bibliometric tools but also applying The Markov Chains Theory.

KEYWORDS

Bibliometrics, Central Banks, Markov Chains, Publication Analysis, Scientific Production

ÍNDICE

1. Introdução.....	1
2. Revisão de Literatura	3
2.1. Bibliometria.....	5
2.1.1. A origem da Bibliometria.....	5
2.1.2. Definições de Bibliometria.....	6
2.1.3. Indicadores Bibliométricos	6
2.2. Teoria das Cadeias de Markov	12
2.2.1. Definições	12
2.2.2. Matrizes de Probabilidades de Transição.....	13
2.2.3. Classificação dos Estados.....	14
2.2.4. Distribuição Estacionária	15
2.2.5. Aplicações da Teoria	16
3. Metodologia.....	18
3.1. Base de Dados	18
3.2. Métodos Utilizados.....	19
4. Resultados.....	24
4.1. Análises Descritivas	24
4.1.1. Análise ao <i>Output</i> Científico – Volume de Publicações.....	24
4.1.2. Análise ao <i>Outcome</i> – Número de Citações	32
4.1.3. Análise aos Padrões de Autoria – Número de Autores	45
4.1.4. Análise ao Título dos Artigos	47
4.2. Aplicação da Teoria das Cadeias de Markov	49
4.2.1. <i>Output</i> Científico – Volume de Publicações	49
4.2.2. <i>Outcome</i> Científico – Número de Citações.....	52
5. Conclusão	56
6. Bibliografia	58
7. Anexos.....	68

ÍNDICE DE TABELAS

<i>Tabela 1 - Artigos publicados em revistas científicas pelos Bancos Centrais mais produtivos ...</i>	25
<i>Tabela 2 – Número de artigos publicados pelos Bancos Centrais do Eurosistema por intervalo de tempo.....</i>	26
<i>Tabela 3 - Artigos publicados em revistas científicas pelos Bancos Centrais do Eurosistema mais produtivos</i>	29
<i>Tabela 4 - Número de citações dos artigos publicados pelos Bancos Centrais do Eurosistema entre 1969 e 2017</i>	32
<i>Tabela 5 – Número de citações dos artigos publicados pelos Bancos Centrais do Eurosistema por intervalo de tempo</i>	33
<i>Tabela 6 – Correlação entre o número de artigos publicados pelos Bancos Centrais do Eurosistema e o número total de citações</i>	35
<i>Tabela 7 – Número de citações dos artigos publicados pelos Bancos Centrais do GC por intervalo de tempo.....</i>	35
<i>Tabela 8 - Correlação entre o número de artigos publicados pelos Bancos Centrais do GC e o número total de citações</i>	37
<i>Tabela 9 – Artigos com o maior número médio de citações anual publicados no intervalo de 1969 a 1983.....</i>	40
<i>Tabela 10 – Artigos com o maior número médio de citações anual publicados no intervalo de 1984 a 1999</i>	42
<i>Tabela 11 - Artigos com o maior número médio de citações anual publicados no intervalo de 2000 a 2017</i>	44
<i>Tabela 12 – Autores mais produtivos durante o intervalo de tempo considerado</i>	46
<i>Tabela 13 – Bancos do Eurosistema que publicaram mais artigos sobre o Euro e/ou as suas consequências.....</i>	48
<i>Tabela 14 – Distribuição do número de artigos sobre o Euro e/ou as suas consequências, consoante o banco do GC</i>	48
<i>Tabela 15 – P-values obtidos nos testes da propriedade de Markov relativos ao volume de produção dos Bancos Centrais.....</i>	49
<i>Tabela 16 – P-values obtidos nos testes da propriedade de Markov relativos ao número de citações dos artigos dos Bancos Centrais</i>	52
<i>Tabela 17 - Lista de bancos existentes na base de dados utilizada para a análise global.....</i>	69

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1 – Gráfico com o número de artigos publicados entre 1969-1999 e 2000-2017.....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 2 – Evolução do número de publicações dos Bancos Centrais do Eurosistema entre 1969 e 2017</i>	<i>27</i>
<i>Figura 3 – Bancos mais produtivos no intervalo [1969-1983].....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 4 – Bancos mais produtivos no intervalo [1984-1999].....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 5 – Bancos mais produtivos no intervalo [2000-2017].....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 6 – IHH anual e respetivas médias móveis.....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 7 – Relação entre o número de citações e o número de publicações dos bancos do Eurosistema</i>	<i>34</i>
<i>Figura 8 – Relação entre o número de citações e o número de publicações dos bancos do GC .</i>	<i>36</i>
<i>Figura 9 – Número médio de citações por artigo publicado pelos bancos da análise</i>	<i>37</i>
<i>Figura 10 – Número médio de citações por artigo publicado pelos bancos da análise antes da introdução do Euro</i>	<i>38</i>
<i>Figura 11 – Número médio de citações por artigo publicado pelos bancos da análise depois da introdução do Euro</i>	<i>39</i>
<i>Figura 12 – Distribuição temporal do número de citações dos artigos A1-A5.....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 13 – Distribuição temporal do número de citações dos artigos B1-B5</i>	<i>43</i>
<i>Figura 14 –Distribuição temporal do número de citações dos artigos B2-B5</i>	<i>43</i>
<i>Figura 15 – Distribuição temporal do número de citações dos artigos C1-C5</i>	<i>44</i>
<i>Figura 16 – Distribuição do número de autores dos artigos publicados pelos bancos dos países do Eurosistema e do GC.....</i>	<i>45</i>
<i>Figura 17 – Probabilidades de transição da Cadeia de Markov para o volume de produção dos Bancos Centrais do Eurosistema antes da introdução do Euro</i>	<i>50</i>
<i>Figura 18 - Probabilidades de transição da Cadeia de Markov para o volume de produção dos Bancos Centrais do Eurosistema após a introdução do Euro</i>	<i>50</i>
<i>Figura 19 – Probabilidades de transição da Cadeia de Markov para o volume de produção dos Bancos Centrais do GC antes da introdução do Euro</i>	<i>51</i>
<i>Figura 20 – Probabilidades de transição da Cadeia de Markov para o volume de produção dos Bancos Centrais do GC após a introdução do Euro.....</i>	<i>51</i>
<i>Figura 21 – Probabilidades de transição da Cadeia de Markov para o número de citações dos Bancos Centrais do Eurosistema antes da introdução do Euro</i>	<i>53</i>
<i>Figura 22 – Probabilidades de transição da Cadeia de Markov para o número de citações dos Bancos Centrais do Eurosistema após a introdução do Euro</i>	<i>53</i>
<i>Figura 23 – Probabilidades de transição da Cadeia de Markov para o número de citações dos Bancos Centrais do GC antes da introdução do Euro</i>	<i>54</i>
<i>Figura 24 – Probabilidades de transição da Cadeia de Markov para o número de citações dos Bancos Centrais do GC após a introdução do Euro.....</i>	<i>55</i>

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

BCE	Banco Central Europeu
CM	Cadeia de Markov
CR	Rácio de Concentração
CWTS	Centre for Science and Technology Studies
FED	Reserva Federal
GC	Grupo de Controlo
IF	Impact Factor
IHH	Índice de Herfindahl-Hirschman
ISI	Institute for Science Information
MPT	Matriz de Probabilidades de Transição
NSB	National Science Board
NSF	National Science Foundation
SCI	Science Citation Index
SJR	Scimago Journal Ranking
UE	União Europeia

1. INTRODUÇÃO

Os Bancos Centrais são instituições públicas que gerem a moeda de um país ou grupo de países e controlam a oferta de moeda. O objetivo primordial de muitos destes bancos é manter a estabilidade dos preços do país em causa. Além de serem responsáveis pela política monetária, têm muitas outras funções, das quais se destacam: emitir notas e moedas, assegurar o bom funcionamento dos sistemas de pagamentos interbancários e de instrumentos financeiros transacionáveis, gerir ativos de reserva e informar o público sobre a evolução da economia (ECB, 2015).

Para além de terem de cumprir estas funções, questiona-se se ainda existe lugar para os Bancos Centrais desenvolverem as suas atividades de investigação ou se, em alternativa, devem adquirir estudos produzidos por universidades e instituições especializadas para este propósito.

De acordo com Jean-Claude Trichet, antigo governador do Banco Central Europeu (BCE), existem várias razões que justificam a produção científica dos Bancos Centrais, sendo importante destacar o facto de estas instituições precisarem de economistas que estejam a par dos desenvolvimentos económicos atuais e que sejam capazes de reconhecer a potencial relevância destes desenvolvimentos para a formulação de novas políticas (Trichet, 2007). Desta forma, a investigação de alta qualidade com fortes bases empíricas e conceptuais serve de apoio à formulação de políticas monetárias e macroprudenciais e à supervisão bancária (ECB, 2016).

Posto isto, a avaliação da produção científica dos Bancos Centrais torna-se um assunto importante que vale a pena ser estudado. No entanto, poucos são os estudos que, de facto, recaem sobre este assunto (Eijffinger, de Haan, & Koedijk, 2002). Por esse motivo, a produção científica destas instituições será o objeto de estudo desta dissertação.

Os artigos publicados acerca deste *output* científico recorrem habitualmente a métodos bibliométricos para a sua avaliação quantitativa e/ou qualitativa (ver Eijffinger et al., 2002; Yucel, 2009). No entanto, no desenvolvimento deste trabalho recorrer-se-á igualmente a um modelo matemático, uma vez que estes modelos permitem prever e reproduzir de uma forma rigorosa os comportamentos do mundo real (Voskoglou, 2015). Desta forma será aplicada a Teoria das Cadeias de Markov para que se possa avaliar a produção científica dos Bancos Centrais dos países pertencentes ao Eurosistema.

Uma Cadeia de Markov (CM) é uma sequência de variáveis aleatórias definida num espaço de estados contável que verifica a propriedade markoviana - quando se conhece o presente, o futuro não depende do passado (Damásio, 2018). Desta forma, a probabilidade de transição para um determinado estado depende apenas do estado anterior do processo (Delbianco, Fioriti, Hernandez-Chanto, & Tohmé, 2020). Dadas as suas propriedades analíticas, os processos de Markov são utilizados no estudo de diversos fenómenos (Delbianco et al., 2020).

No âmbito desta dissertação, a Teoria referida será aplicada ao volume de produção dos Bancos Centrais do Eurosistema e ao seu número de citações, de forma a que se possa estudar a eventual alteração destas medidas ao longo do tempo. Uma das coisas que se pretende perceber é se é possível existirem bancos com elevado volume de produção num determinado ano, que no ano seguinte passem a publicar poucos artigos em revistas científicas, ou se, pelo contrário, uma vez que comecem com um elevado volume de produção, assim continuem.

Para além disso, pretende-se igualmente estudar o efeito que a introdução do euro¹ possa ter causado nestas variáveis, uma vez que, como esperado, desde a sua origem, a maioria da literatura focou a sua atenção na análise dos seus efeitos económicos (Ledesma Rodríguez, Pérez Rodríguez, & Santana Gallego, 2012). Desta forma, será feita uma comparação entre os períodos anterior e posterior a este evento institucional.

Esta dissertação deverá contribuir para a caracterização da produção científica dos Bancos Centrais, permitindo um mais amplo conhecimento desta área, uma vez que, como foi referido anteriormente, ainda é pouco estudada, o que torna esta análise relevante. Por outro lado, a abordagem que se pretende realizar, com a aplicação das CM, é diferente e algo inovadora relativamente ao que tem vindo a ser desenvolvido.

O trabalho está organizado da seguinte forma: no Capítulo 2 será apresentada uma revisão da literatura existente acerca da produção científica dos Bancos Centrais, da bibliometria e da Teoria das Cadeias de Markov; no Capítulo 3 serão apresentadas as metodologias e a base de dados utilizadas no desenvolvimento deste trabalho; no Capítulo 4 serão apresentados os resultados obtidos na análise da produção científica dos Bancos Centrais selecionados; no último capítulo serão descritas as principais conclusões e limitações deste estudo, bem como os possíveis passos para análises futuras.

¹ Neste trabalho foi considerado o ano de 1999 como o ano em que o euro foi introduzido. Apesar de ter entrado em circulação apenas em 2002, foi “lançado” a 1 de janeiro de 1999.

2. REVISÃO DE LITERATURA

No relatório de avaliação externa à atividade de investigação desenvolvida pelo Banco de França, publicado em 2014, os autores sublinharam que todos os Bancos Centrais deviam empenhar-se em produzir investigação de alta qualidade (Bolton, Cecchetti, & Reichlin, 2014). Esta função apoia o desenvolvimento de políticas, o processo de tomada de decisões e a comunicação destas instituições com o público (Caballero & Servén, 2012).

Além disso, em 2018, Claveau & Dion mostraram que os Bancos Centrais publicam uma grande parte dos artigos relacionados com a economia monetária em revistas académicas e que estes artigos tendem a ter um maior impacto que aqueles que são produzidos fora destas instituições (Claveau & Dion, 2018), o que nos permite concluir que este tipo de *output* científico tem vindo a cativar cada vez mais o interesse público.

Eijffinger *et al.* (2002) analisaram as atividades de investigação dos Bancos Centrais da União Europeia (UE) entre 1990 e 1999, quer a nível de *input* (número de investigadores) quer a nível de *output* (artigos publicados em revistas internacionais), concluindo que a relação existente entre a performance dos bancos e o número de investigadores é fraca. No entanto, chegaram também à conclusão de que *small is beautiful*, uma vez que o país com o melhor desempenho ao nível deste tipo de produção científica é o que tem um menor número de investigadores (Eijffinger *et al.*, 2002). No entanto, esta conclusão foi alvo de críticas por parte de outros autores. Angelini (2003) defendeu que, no caso do Banco de Itália, os dados considerados não estavam corretos e, conseqüentemente, a conclusão do estudo de Eijffinger *et al.* não refletia a realidade (Angelini, 2003). Jondeau & Pagès (2003), por sua vez, concluíram que não existe relação significativa, em termos qualitativos, entre o número de investigadores e o *output* científico por eles produzido (Jondeau & Pagès, 2003).

Goodfriend *et al.* (2004) desenvolveram uma avaliação detalhada aos pontos fortes e fracos das atividades de investigação do BCE, destacando como pontos fortes a produção de um grande número de *working papers*, a publicação de artigos em revistas de referência e o facto de a instituição promover a colaboração e a troca de ideias entre os académicos e os economistas que desenvolvem o trabalho de investigação ao nível dos Bancos Centrais nacionais do Eurosistema (Goodfriend, König, & Repullo, 2004). Porém, os autores consideraram que o BCE não explora os seus recursos da melhor forma, uma vez que tem muitos investigadores qualificados, mas não aloca o tempo necessário às atividades de investigação. Estudos

semelhantes foram desenvolvidos para os Bancos Centrais de Espanha (Caballero & Servén, 2012) e de França (Bolton et al., 2014).

St-Amant *et al.* (2005) avaliaram a quantidade, a qualidade e a relevância das atividades de investigação de 34 Bancos Centrais entre 1990 e 2003. Para a realização deste estudo, foram considerados os bancos da Austrália, do Japão, da Nova Zelândia, de países europeus e norte americanos. Os autores concluíram que, de um modo geral, todos os bancos têm vindo a contratar mais investigadores e a produzir mais artigos desde 1990, com os Estados Unidos a contribuir com mais de metade das publicações produzidas por estas instituições. Mantendo a qualidade e a relevância dos artigos publicados constantes, os autores consideram que não existe uma relação clara entre o tamanho da instituição e a sua produtividade (St-Amant, Tkacz, Guérard-Langlois, & Morel, 2005).

Yucel (2009) realizou uma revisão bibliométrica dos artigos produzidos pelo Banco Central da Turquia, desde 1988 a 2009, concluindo apenas que a investigação desta instituição fornece um conhecimento substancial, tanto a nível académico como para o público em geral (Yucel, 2009).

Chan *et al.* (2012) examinaram as publicações em revistas financeiras de renome por Bancos Centrais e organizações monetárias internacionais entre 1990 e 2010 e concluíram que a percentagem de artigos produzidos por estas instituições foi, em média, de 4,6% do total de artigos disponíveis. Os bancos que mostraram progressos significativos foram os de países europeus, o que os autores sugerem ser uma consequência da formação da Área Euro (Chan, Chang, & Chen, 2012).

Apesar dos diferentes detalhes nas metodologias utilizadas, em todos estes estudos são aplicados métodos bastante simples de implementar. Também é de notar o facto de a maioria dos autores avaliar a qualidade da produção científica, através das publicações feitas em revistas científicas.

A abordagem que se pretende realizar nesta dissertação difere da literatura existente, pois terá um enfoque mais técnico através da aplicação da Teoria das Cadeias de Markov ao estudo bibliométrico.

2.1. BIBLIOMETRIA

2.1.1. A origem da Bibliometria

O termo “Bibliometria” é muitas vezes creditado a Alan Pritchard, que o propôs para substituir a expressão “bibliografia estatística” (Hood & Wilson, 2001).

Segundo Pritchard, esta expressão era pouco utilizada, tendo sido mencionada apenas quatro vezes desde que fora introduzida por Hulme em 1922, o que mostrava a insatisfação generalizada com este termo. Para além disso, Pritchard considerava a expressão “bibliografia estatística” pouco descritiva, podendo mesmo vir a ser confundida com outras expressões como, por exemplo, “bibliografia em estatística” (Pritchard, 1969). Desta forma, no seu artigo “Statistical bibliography or bibliometrics?”, Pritchard definiu este novo termo para designar a aplicação de métodos matemáticos e estatísticos aos livros e a outros meios de comunicação.

No seu artigo de 1969, Fairthorne afirmou que este termo tinha sido ressuscitado por Alan Pritchard (Fairthorne, 1969). No entanto, anos mais tarde o autor veio confirmar que o termo tinha sido efetivamente criado por Pritchard e que a expressão anteriormente utilizada poderia sugerir, incorretamente, que a palavra já teria sido usada previamente (Hertzel, 1987).

Porém, em 1973, Fonseca publicou um artigo com o nome “Bibliografia Estatística e Bibliometria: Uma Reivindicação de Prioridades” onde criticava os autores de língua inglesa por omitirem, no desenvolvimento dos seus artigos, os trabalhos previamente realizados por autores latinos, (Wilson, 1995). Para além disso, o autor defende ainda que quem utilizou a expressão “bibliografia estatística” depois de Hulme foi Paul Otlet tendo sido ele também o criador da palavra “bibliometria”. Consultando o *Traité de documentation* publicado em 1934 por Paul Otlet, encontrar-se-á um capítulo intitulado “Le Livre et la Mesure. Bibliométrie” ao qual se segue o dedicado à “Statistique du Livre” (Fonseca, 1973).

Nos anos seguintes à publicação deste artigo, o reconhecimento de Otlet como criador do termo “bibliometria” não se tornou consensual (Momesso & Noronha, 2017). Porém, numa nota publicada em 2014, Rousseau atribui a criação desta nova área, a bibliometria, a Otlet, referindo que este a definiu como sendo a métrica de todos os aspetos relacionados com a publicação e leitura de livros e documentos. (Rousseau, 2014).

2.1.2. Definições de Bibliometria

Independentemente de quem criou o termo, foi a definição de Pritchard que o popularizou e, depois desta, muitas outras foram desenvolvidas.

No mesmo ano em que surgiu a definição de Pritchard, Fairthorne alargou a definição para que esta contemplasse o tratamento quantitativo das características de qualquer discurso escrito (Fairthorne, 1969). Também Schrader usou uma definição muito semelhante a esta no seu artigo “Teaching Bibliometrics”, publicado em 1981.

No mesmo ano, a revista trimestral “Library Trends” lançou uma edição cujo foco era a bibliometria e onde esta foi definida como sendo o estudo dos padrões das publicações e dos seus autores (Potter, 1981).

Em 1987, por sua vez, Broadus publicou um artigo com o objetivo de examinar e avaliar as diferentes definições deste termo existentes na literatura. Para além das aqui mencionadas, o autor analisou outras e, por considerá-las demasiado vagas, propôs a sua própria definição. No entanto, o autor destacou duas definições como tendo elementos úteis que pudessem ser incorporados na sua.

Uma das definições foi proposta por Donohue em 1972, na qual este descreveu o termo como sendo a análise quantitativa das unidades bibliográficas como os livros, os artigos das revistas científicas e outras unidades semelhantes a estas. A outra foi publicada em 1978, pelos autores Nicholas e Ritchie, onde estes definiram bibliometria como sendo uma descrição estatística ou quantitativa da literatura. A palavra “literatura” é usada nesta definição apenas para designar um conjunto de documentos que se relacionam entre si.

Por sua vez, no final do artigo, Broadus definiu “bibliometria” como sendo o estudo quantitativo das publicações, das unidades bibliográficas ou de qualquer derivado destes (Broadus, 1987).

Atualmente, a bibliometria é utilizada para analisar a produção científica através do estudo quantitativo das publicações científicas. No entanto, ainda nos dias de hoje existe alguma dificuldade na definição do termo, uma vez que muitas vezes este aparece associado ao da cientometria como se se tratasse da mesma coisa (Mendonça, Pereira, & Ferreira, 2018).

2.1.3. Indicadores Bibliométricos

A bibliometria expressa-se, geralmente, através de diferentes indicadores que são utilizados não só pela comunidade científica, mas também por outras organizações (Joshi, 2014).

Um indicador pode ser definido como sendo uma variável quantitativa ou qualitativa que estabelece uma base simples e fiável na avaliação de uma conquista, de uma alteração ou de uma performance (UNDP, 2002).

A expressão “indicador bibliométrico” é muitas vezes utilizada nos resultados de uma análise bibliométrica (Rehn, Gornitzki, Larsson, & Wadskog, 2014). Estes indicadores são utilizados para medir a quantidade e o impacto das publicações científicas e têm por base a contagem das publicações e as suas citações (UIS, 2005).

Em janeiro de 1973, foi publicado o primeiro relatório do *National Science Board* (NSB) dos EUA que incluía um sistema de indicadores que permitia descrever as atividades científicas deste país. O principal objetivo deste relatório era demonstrar os pontos fortes e fracos nas áreas da ciência e da tecnologia, com base na performance da *National Science Foundation* (NSF). De acordo com os autores, se os indicadores apresentados continuassem a ser desenvolvidos ao longo dos anos, poderiam vir a ser úteis no melhoramento da alocação e da gestão dos recursos científicos e tecnológicos (NSF, 1973). Nos relatórios publicados pelo NSB, nos anos seguintes, o papel dos indicadores bibliométricos expandiu-se consideravelmente (Okubo, 1997).

Atualmente e juntamente com os de patentes, os indicadores bibliométricos são os indicadores de *output* de *R&D* mais utilizados (UIS, 2005).

Tipo de Indicadores

De acordo com a maioria da literatura consultada, existem três tipos de indicadores bibliométricos: quantitativos, de performance e estruturais (Joshi, 2014; Rehn et al., 2014). Porém, existem ainda outras denominações na literatura: indicadores quantitativos, qualitativos e de colaboração (Pinto & Fernandes, 2015); indicadores quantitativos e relacionais (Okubo, 1997).

Indicadores Quantitativos

Os indicadores quantitativos medem a produtividade de um indivíduo ou grupo de indivíduos e baseiam-se, geralmente, na contagem de publicações e citações (Durieux & Gevenois, 2010; Lundberg, 2006; REPP, 2015). Muitos destes indicadores têm por base estatísticas altamente agregadas e, conseqüentemente, podem resultar na perda de informação (Moed, De Bruin, & Van Leeuwen, 1995). Desta forma, os resultados destas análises devem ser sempre interpretados tendo em conta o contexto em que os dados se inserem (REPP, 2015).

A contagem de artigos publicados por um ou mais autores, durante um determinado período de tempo, faz parte dos indicadores bibliométricos mais utilizados (Pinto & Fernandes, 2015). Apesar de esta medida refletir a produtividade de um autor ou grupo de autores, não reflete a qualidade dos artigos por eles publicados (Kermarrec, Faou, Merlet, Robert, & Segoufin, 2007). De forma a ultrapassar algumas das limitações deste indicador, considera-se uma medida mais seletiva, que tem por base a contagem de artigos publicados em revistas científicas de alta qualidade, qualidade esta que pode ser avaliada de acordo com o seu *Impact Factor* (IF) (Durieux & Gevenois, 2010).

Segundo Rehn et al. (2014), o número de citações também é considerado um indicador quantitativo. No entanto, de acordo com Durieux & Gevenois, a frequência com que um artigo, um autor e uma revista são citados é um indicador de performance. Quanto maior for o número de citações, maior será o nível de performance (Durieux & Gevenois, 2010).

Indicadores de Performance

Os indicadores de performance permitem identificar o nível de qualidade dos trabalhos realizados por um autor ou grupo de investigadores e podem ser utilizados para medir o impacto que um determinado trabalho tem na comunidade científica (Durieux & Gevenois, 2010). Estes indicadores podem ser subdivididos em indicadores de performance de revistas científicas e em indicadores de performance de investigadores (Joshi, 2014).

A. Indicadores de performance de revistas científicas

Em 1961, Eugene Garfield, também conhecido como um dos pioneiros da ciência da informação, fundou o *Institute for Science Information* (ISI), o centro de investigação onde foi desenvolvido o *Science Citation Index* (SCI) (Roemer & Borchardt, 2015). Em 1955, no artigo “Citation Indexes for Science: A New Dimension in Documentation through Association of Ideas”, Garfield propôs,

pela primeira vez, a ideia de criar um indicador que permitisse medir a influência de um artigo, ou seja o seu “Impact Factor” (Garfield, 1955). No entanto, foi no início dos anos sessenta que Garfield, juntamente com Irving H. Sher, criou o *Journal Impact Factor* com o objetivo de apoiar o processo de seleção dos jornais que fariam parte do SCI, uma vez que se esta seleção se baseasse apenas no número de citações, as revistas científicas de menores dimensões nunca seriam selecionadas, mesmo que fossem consideradas importantes (Garfield, 2000, 2007).

O IF de uma revista num determinado ano T é dado pelo número total de citações no ano T de todos os “itens” que tenham sido publicados nessa revista nos dois anos anteriores ($T - 1$ e $T - 2$) dividido pelo número total de documentos que possam ser alvo de citação nessa mesma revista, nos anos $T - 1$ e $T - 2$ (Moed & Van Leeuwen, 1996).

Este foi um dos primeiros indicadores de performance de revistas científicas a ser desenvolvido e continua a ser o mais utilizado (Roemer & Borchardt, 2015; Van Leeuwen & Moed, 2002). Porém, são lhe identificadas várias limitações, podendo ser destacadas as seguintes: apesar de um IF mais alto poder sugerir um maior impacto da revista em questão, o mesmo não reflete a qualidade de cada artigo nela publicado (Durieux & Gevenois, 2010). Outra das limitações foi identificada pelos autores Moed & Van Leeuwen, no artigo “Impact factors can mislead”, onde os autores afirmaram que o IF não estava a ser calculado de forma correta para algumas revistas científicas do SCI. Por um lado, no numerador do IF são contadas as citações de todo o tipo de documentos, mas no denominador a contagem dos documentos publicados considera apenas alguns documentos, como os artigos, as notas e as *reviews*. Consequentemente, quando os autores calculam o IF de forma correta, a maioria das revistas científicas apresenta grandes diferenças, descendo as suas posições relativamente àquelas que obteriam caso se calculasse o IF de forma tradicional (Moed & Van Leeuwen, 1996).

Outros exemplos de indicadores que podem ser utilizados na avaliação da performance das revistas científicas são os seguintes: *Scimago Journal Ranking (SJR)* e *H-index* (Durieux & Gevenois, 2010; Roemer & Borchardt, 2015).

O SJR é uma alternativa ao IF (Falagas, Kouranos, Arencibia-Jorge, & Karageorgopoulos, 2008; Roemer & Borchardt, 2015). Ambos os índices dividem o número de citações de uma dada revista científica pelo número de publicações dessa mesma revista durante um determinado intervalo de tempo. No entanto, ao contrário do que acontece com o IF, o SJR atribui diferentes pesos às citações, pesos estes que dependem do “prestígio” da revista que cita o artigo (Falagas,

Kouranos, et al., 2008). Desta forma, se um artigo é citado por uma revista muito prestigiada, ou que tenha um valor elevado do índice SJR, esta citação será considerada muito valiosa (Godana, 2011).

O SJR é calculado em duas fases: em primeiro lugar, calcula-se o prestígio da revista científica e de seguida é realizada a normalização desta medida de forma a que se obtenha uma medida que seja independente do tamanho da revista em questão, o SJR propriamente dito (González-Pereira, Guerrero-Bote, & Moya-Anegón, 2010). Este prestígio é estimado através da aplicação do algoritmo *PageRank* (Falagas, Kouranos, et al., 2008).

O *h-index* foi proposto por Hirsch, em 2005, para caracterizar o *output* científico de um autor. No entanto, também se propõe a utilização deste indicador em vez do IF para medir o impacto das revistas científicas (Mingers, MacRi, & Petrovici, 2012). Desta forma, se uma revista científica publicasse *h* artigos e cada um tivesse pelo menos *h* citações, obter-se-ia o *h-index* da revista em questão (Braun, Glänzel, & Schubert, 2006).

B. Indicadores de performance de autores

Este tipo de indicadores é utilizado para avaliar a performance de um investigador ou grupo de investigadores (Durieux & Gevenois, 2010).

A frequência com que um artigo é citado é usada para aferir a performance de um autor, estando um número mais elevado de citações associado a uma melhor performance. A partir do número de citações podem ainda ser calculados o número médio anual de citações e o número médio de citações por artigo publicado (Joshi, 2014).

Como exemplos destes indicadores podem destacar-se o *Crown Indicator* e o *H-Index* (Durieux & Gevenois, 2010; Joshi, 2014).

O *Crown Indicator*, proposto pelo *Centre for Science and Technology Studies* (CWTS), obtém-se dividindo o número médio de citações de um conjunto de publicações de um dado autor ou grupo de investigadores, pelo número médio de citações que se espera obter para publicações do mesmo tipo, que tenham sido publicadas no mesmo ano e em revistas da mesma área científica (Lundberg, 2006; Waltman, van Eck, van Leeuwen, Visser, & van Raan, 2011).

Um dos defeitos apontados para este indicador prende-se com o facto de, na avaliação de um grupo de investigadores, os documentos por eles publicados serem considerados como um todo, em vez de serem considerados como um conjunto de trabalhos independentes. Desta forma, o número de citações que cada publicação obtém não é importante, sendo apenas relevante o número total de citações obtido (Waltman et al., 2011).

Como foi dito anteriormente, o *H-Index* foi proposto por Hirsch, em 2005, para avaliar o *output* científico de um investigador. Um cientista tem índice h se h das suas N_p publicações tiverem pelo menos h citações, e as restantes ($N_p - h$) publicações tiverem h ou menos citações (Hirsch, 2005).

Hirsch defende que dois investigadores que tenham valores semelhantes de *h-index* podem ser comparados em termos de impacto, mesmo que o seu número total de publicações ou citações seja diferente (Joshi, 2014).

Uma das desvantagens apontadas a este indicador é o facto de ser uma função do horizonte temporal (Burrell, 2007). Como os valores do *h-index* aumentam ao longo do tempo, os investigadores numa fase inicial da carreira podem ter valores muito baixos, mesmo que os poucos artigos que publiquem tenham um elevado número de citações (Durieux & Gevenois, 2010; Roemer & Borchardt, 2015). Por outro lado, investigadores com uma longa carreira que deixem de publicar continuarão com um índice elevado (Joshi, 2014).

Indicadores Estruturais

Os indicadores estruturais permitem estabelecer a ligação entre as publicações, os autores e as suas áreas científicas (Joshi, 2014). A utilização de mapas que ilustrem a forma como um determinado conjunto de unidades se conecta através de uma única área científica é um exemplo deste tipo de indicadores (Rehn et al., 2014).

Importa referir que nenhum destes indicadores deve ser utilizado de forma isolada, devendo ser sempre utilizada uma combinação de indicadores de forma a que se obtenha uma visão mais global da performance científica dos investigadores, grupo de investigadores, instituições ou mesmo dos países (Van Leeuwen, Visser, Moed, Nederhof, & Van Raan, 2003).

Através de análises bibliométricas é possível identificar os autores, as instituições, os países e as revistas mais produtivos de uma dada área científica, analisar as dinâmicas da produção

científica, os padrões de comunicação e colaboração dos autores, estudar o impacto das revistas, determinar os padrões de citação e identificar *hot topics* (Kokol & Blažun Vošner, 2019).

Devido à sua versatilidade, muitos estudos bibliométricos são, atualmente, produzidos, nas mais diversas áreas, como, por exemplo, a Economia (Bonilla, Merigó, & Torres-Abad, 2015), a Medicina (Thompson & Walker, 2015) e o Turismo (Mulet-Forteza, Genovart-Balaguer, Mauleon-Mendez, & Merigó, 2019).

2.2. TEORIA DAS CADEIAS DE MARKOV

No início do século vinte, Andrei Markov propôs um modelo probabilístico que permitia capturar as probabilidades de transição de uma sequência de variáveis aleatórias, condicionadas aos eventos passados (Damásio, 2013).

2.2.1. Definições

Um processo estocástico $X = \{X_t, t \in T\}$ é uma coleção de variáveis aleatórias definidas num espaço de probabilidades (Ω, \mathcal{F}, P) , onde Ω é o espaço de resultados, \mathcal{F} é a σ -álgebra e P é a medida de probabilidade (Serfozo, 2009).

Quando o conjunto dos parâmetros T é um conjunto contável, em geral $T = \{0, 1, 2, \dots\}$, então o processo estocástico é de tempo discreto (Gaivão, 2018).

O conjunto de estados do processo estocástico, que se pode designar por S , é o conjunto de valores que as variáveis aleatórias X_t podem tomar. Quando este conjunto é contável, então o processo diz-se discreto. Caso contrário, diz-se contínuo (Gaivão, 2018).

Considerando t_1, t_2, \dots, t_n qualquer conjunto finito de índices em que se definem as variáveis X_1, X_2, \dots, X_n , o processo estocástico fica caracterizado se se conhecerem todas as funções de distribuição de probabilidade conjunta:

$$F_{X_1, X_2, \dots, X_n}(x_1, x_2, \dots, x_n) = \mathbb{P}(X_1 \leq x_1, X_2 \leq x_2, \dots, X_n \leq x_n), \quad t_1, t_2, \dots, t_n \in T, n \geq 1 \quad (1)$$

Um processo estocástico $X = \{X_n: n \geq 0\}$ num conjunto contável S é uma Cadeia de Markov se:

$$\mathbb{P}(X_{n+1} = j | \mathcal{F}_n) = \mathbb{P}(X_{n+1} = j | X_n = i_n), \quad \forall j, i_0, \dots, i_n \in S, n \geq 0 \quad (2)$$

Onde \mathcal{F}_n é a σ -álgebra gerada por toda a informação relevante até n .

Esta condição é conhecida como propriedade de Markov e significa que dado o estado presente X_n , o estado seguinte X_{n+1} é condicionalmente independente do passado $X_0 = i_0, \dots, X_{n-1} = i_{n-1}$, ou seja, o estado seguinte é dependente do passado e do presente apenas através do estado presente (Damásio & Mendonça, 2018; Serfozo, 2009).

2.2.2. Matrizes de Probabilidades de Transição

A probabilidade de X_{n+1} estar no estado j dado que X_n está no estado i é designada como probabilidade de transição a 1 passo,

$$P_{i,j}^{n,n+1} = \mathbb{P}(X_{n+1} = j | X_n = i), \quad i, j \in S \quad (3)$$

A notação enfatiza que, em geral, as probabilidades de transição são funções não só dos estados inicial e final, mas também do momento em que se dá a transição, neste caso n (Karlin & Taylor, 1998). Caso $P_{i,j}^{n,n+1}$ não dependa de n , a CM diz-se homogénea (Damásio & Nicolau, 2014).

Considerando apenas cadeias homogéneas, as probabilidades de transição podem ser representadas por $P_{i,j}$ e a Matriz de Probabilidades de Transição (MPT) pode ser definida por:

$$P = (P_{i,j})_{i,j \in S} \quad (4)$$

Esta matriz deve satisfazer as seguintes propriedades:

1. $P_{i,j} \geq 0$ para quaisquer $i, j \in S$
2. A soma das linhas de P é igual a 1, ou seja,

$$\sum_{j \in S} P_{i,j} = 1 \quad (5)$$

Considerando o espaço de estados $S = \{1, \dots, m\}$, a MPT a um passo seria da forma:

$$\begin{bmatrix} \mathbb{P}(X_{n+1} = 1 | X_n = 1) & \dots & \mathbb{P}(X_{n+1} = m | X_n = 1) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \mathbb{P}(X_{n+1} = 1 | X_n = m) & \dots & \mathbb{P}(X_{n+1} = m | X_n = m) \end{bmatrix} \quad (6)$$

Para além das probabilidades de transição a um passo, também podem ser calculadas as probabilidades de transição a n passos, ou seja, a probabilidade de o processo transitar do estado i para o estado j em n passos,

$$P_{i,j}^{(n)} = \mathbb{P}(X_n = j | X_0 = i) \quad (7)$$

Desta forma, pode também ser definida a matriz de transição a n passos,

$$P^{(n)} = P_{i,j}^{(n)} \quad (8)$$

Que pode ser escrita de forma matricial como o produto de n cópias da matriz P ,

$$P^{(n)} = P \times \dots \times P = P^n \quad (9)$$

2.2.3. Classificação dos Estados

Se existir um $n \geq 0$ tal que $P_{i,j}^{(n)} > 0$, diz-se que o estado i comunica com o estado j e a relação pode ser representada por:

$$i \rightarrow j$$

Se, para além de i comunicar j , j também comunicar com i então diz-se que os estados comunicam entre si e a relação pode designar-se por:

$$i \leftrightarrow j$$

Desta forma, ao conjunto $C(i)$ formado por todos os estados da cadeia que intercomunicam com o estado i designa-se classe de comunicação de i ,

$$C(i) = \{j \in S : i \leftrightarrow j\}$$

Um subconjunto de estados diz-se irredutível se todos os estados nesse subconjunto comunicam entre si. Desta forma, as classes de comunicação são irredutíveis. No caso das cadeias, se todos os seus estados comunicam entre si, então a cadeia diz-se irredutível.

Se $j \in C(i)$ então:

- i e j têm o mesmo período;
- i é recorrente se e só se j for recorrente;
- i é ergódico se e só se j for ergódico.

Recorrência

Um estado $i \in S$ diz-se recorrente se a cadeia X_n eventualmente regressa a i , partindo de i , ou seja,

$$r_i := \mathbb{P}(X_n = i \text{ para algum } n \geq 1 | X_0 = i) = 1 \quad (10)$$

Onde r_i é a probabilidade de a cadeia reentrar no estado i algures no futuro.

Os estados recorrentes dividem-se em dois tipos: os estados com tempo finito de retorno, que se designam recorrentes positivos, e os estados recorrentes com tempo infinito de retorno, que se designam por recorrentes nulos. Se o espaço de estados for finito, então todos os estados recorrentes são positivos.

Caso o estado não seja recorrente denomina-se transiente.

Periodicidade

O período de um estado $i \in S$ é o máximo divisor comum dos inteiros positivos $n \in \mathbb{N}$ tais que $P_{i,i}^{(n)} > 0$. Caso o período seja maior ou igual a 2, dizemos que o estado i é periódico. Caso contrário, dizemos que o estado é aperiódico.

Um estado que seja recorrente positivo e aperiódico, denomina-se ergódico.

2.2.4. Distribuição Estacionária

Quando o número de estados é finito, a Teoria das Cadeias de Markov é muito simplificada. De facto, se S for irredutível, então é necessariamente recorrente positiva (Centeno, 2014).

Toda a MPT finita, irredutível e aperiódica é regular². A característica mais importante das CM regulares é a existência de uma distribuição de probabilidade limite $\pi = (\pi_0, \pi_1, \dots, \pi_N)$ (Karlin & Taylor, 1998). Formalmente, tem-se:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} P_{i,j}^{(n)} = \pi_j > 0, \quad j = 0, 1, \dots, N \quad (11)$$

A distribuição limite $\pi = (\pi_0, \pi_1, \dots, \pi_N)$ é a única solução não negativa do seguinte sistema de

² Uma MPT com um número finito de estados é designada por regular quando existe um k para o qual a matriz $P^n, n \geq k$ tem todos os seus elementos estritamente positivos (Centeno, 2014).

equações:

$$\begin{aligned}\pi &= \pi P \\ \sum_{k=0}^N \pi_k &= 1\end{aligned}\tag{12}$$

Onde P é uma MPT regular com espaço de estados $0, 1, \dots, N$.

Para além da interpretação de π_j como a probabilidade do processo se encontrar no estado j passado um grande período de tempo, π_j também nos dá a fração de tempo que o processo está no estado j numa perspetiva de longo prazo (Centeno, 2014; Ross, 2010). Para além destas interpretações, também se pode designar π_j como probabilidade estacionária, uma vez que se

$$\mathbb{P}(X_0 = j) = \pi_j, \quad j \geq 0 \tag{13}$$

Então,

$$\mathbb{P}(X_n = j) = \pi_j, \quad \forall n, j \geq 0 \tag{14}$$

Um caso particular de estados recorrentes são os estados absorventes. Diz-se que o estado $i \in S$ é absorvente se e só se $P_{i,i} = 1$. Ou seja, uma CM que esteja num estado absorvente i tem probabilidade zero de sair do mesmo (Gaivão, 2018).

Considerando uma CM, com número de estados finitos $0, 1, \dots, N$ numerados de tal modo que os r primeiros estados $(0, 1, \dots, r-1)$ sejam transientes e os restantes r, \dots, N sejam absorventes, a MPT tem o seguinte formato:

$$P = \begin{pmatrix} Q & R \\ \mathbf{0} & I \end{pmatrix} \tag{15}$$

Onde $\mathbf{0}$ é uma matriz $(N - r + 1) \times r$ com todos os seus elementos nulos e I é a matriz identidade $(N - r + 1) \times (N - r + 1)$.

2.2.5. Aplicações da Teoria

A teoria das Cadeias de Markov é amplamente utilizada devido à sua simplicidade e flexibilidade (Badis & Rachedi, 2015).

O algoritmo *PageRank* do Google baseia-se numa CM obtida através de uma variante de passeio aleatório. Este algoritmo representa a internet como um grafo $G = (V, E)$ onde os vértices correspondem às páginas e as arestas aos links que as ligam (Gaivão, 2018; Ravi Kumar, Alex Goh, & Ashutosh, 2013). Modelando o conjunto de páginas da internet como uma CM em que cada estado corresponde a uma destas páginas, a conclusão a que chegaremos é a seguinte: se navegarmos aleatoriamente pela internet através desta cadeia, após um longo período de tempo, a probabilidade de visitar qualquer página de internet a qualquer momento, convergirá e esta probabilidade não dependerá da forma como esta navegação começou (Li, 2005).

Para além desta abordagem, a Teoria das Cadeias de Markov tem vindo a ser aplicada em variadíssimas áreas devido à sua proficiência e interdisciplinaridade (Damásio & Nicolau, 2020), como a economia (Damásio, Louçã, & Nicolau, 2018; Pellegrini, 1999; Soloviev, Sapsin, & Chabanenko, 2011), no estudo de doenças infecciosas (Derevitskii & Kovalchuk, 2019; Peng et al., 2010; Twumasi, Asiedu, & Nortey, 2019), na previsão de fenómenos meteorológicos (Bojar, Knopik, Żarski, Kuśmierk-Tomaszewska, & Żarski, 2018; Khatani & Ghose, 2018) e até no desporto (Jelaska, Trninic, & Perica, 2012; Pfeiffer, Zhang, & Hohmann, 2010).

Ao nível da bibliometria, ainda pouco se desenvolveu, tendo sido identificados, no decurso deste trabalho, apenas dois artigos onde se utilizou esta teoria diretamente. O primeiro foi publicado em 1986 com o nome 'Markov Chains Theory in the Detection of Research Activities in Physics', onde os autores tentaram descrever e prever os movimentos dos investigadores da área da Física ao longo de 23 ramos desta disciplina, recorrendo à Teoria das Cadeias de Markov (Pao & McCreery, 1986). Mais recentemente, em 2020, foi publicado um artigo em que os autores propuseram uma abordagem Markoviana no estudo da evolução das citações de revistas científicas (Delbianco et al., 2020).

3. METODOLOGIA

3.1. BASE DE DADOS

A base de dados utilizada para a realização desta dissertação é composta pela informação referente aos artigos publicados em revistas científicas por 60 Bancos Centrais, durante o período de 1927 a 2017.

Este conjunto de bancos é composto por Bancos Centrais dos países pertencentes à UE, alguns que não são Estados-Membros da UE e 15 bancos não europeus. A lista de todos os bancos pode ser consultada nos anexos.

Para cada Banco Central do Eurosistema, a informação disponibilizada é muito mais detalhada do que a dos restantes bancos, estando disponível o título dos artigos publicados, o ano de publicação, a revista em que estes foram publicados, o índice-h da revista, a sua área científica, o seu quartil, o nome dos autores e o número de citações dos artigos. Este tipo de informação só está disponível para alguns bancos que não pertencem ao Eurosistema, sendo que para a maioria destes apenas temos informação relativa ao número de artigos que foram publicados antes da introdução do euro, entre 1927 e 1999 e depois da introdução desta moeda, de 2000 a 2017.

Esta informação foi recolhida utilizando a base de dados *Scopus*. Apesar de não ser a base de dados que cobre o maior horizonte temporal (Ball & Tunger, 2007; Falagas, Pitsouni, Malietzis, & Pappas, 2008), é a maior base de dados de resumos e citações de literatura científica existente (De Moya-Anegón et al., 2007) e contempla mais revistas científicas do que qualquer outra (Falagas, Pitsouni, et al., 2008), aproximadamente, 23 450 (Scopus, 2020). Para além destas, outra das razões que motivou a escolha foi o facto de esta base de dados ser a mais abrangente ao nível de conteúdos europeus (Chappin & Ligtoet, 2014; Vieira & Gomes, 2009) e, uma vez que o objeto de estudo desta dissertação é a produção científica dos Bancos Centrais europeus, é de extrema importância ter uma base de dados que cubra tantos artigos europeus quanto possível.

3.2. MÉTODOS UTILIZADOS

O objeto de estudo deste trabalho são os artigos publicados em revistas científicas pelos Bancos Centrais do Eurosistema. Desta forma, numa primeira fase, serão realizadas análises descritivas à base de dados global e, de seguida, a análise focar-se-á nos Bancos Centrais nacionais da Área Euro. Assim, numa segunda fase, a Teoria das Cadeias de Markov será utilizada na análise da evolução do *output* científico destes bancos ao longo do tempo, nomeadamente na comparação dos períodos anterior e posterior à introdução do euro.

Para que seja possível estabelecer esta comparação entre o período anterior ao euro e o período após a introdução desta moeda, será considerado um Grupo de Controlo (GC), para o qual serão realizadas as mesmas análises conduzidas para os Bancos Centrais do Eurosistema.

Uma vez que as variáveis que serão analisadas para os Bancos Centrais do Eurosistema não estão disponíveis para a maioria dos outros bancos, a escolha do GC tornou-se mais limitada. No entanto, foram escolhidos os bancos cujo volume de produção fosse comparável com os dos países do Eurosistema e, para que este grupo fosse o mais heterogéneo possível foram considerados 3 bancos de países europeus não pertencentes à Área Euro, do Reino Unido, da República Checa e da Suécia, e 1 banco não europeu, o banco da Austrália.

A análise incidirá sobre os artigos publicados entre 1969 e 2017. No entanto, tendo em conta que se pretende realizar uma breve análise ao volume de publicações global, ou seja, considerando os 60 bancos da base de dados e esta informação só está disponível de modo agregado para os períodos de 1927 a 1999 e de 2000 a 2017, estes intervalos de tempo serão utilizados nessa primeira análise descritiva.

Os indicadores que serão analisados de forma mais aprofundada são: o volume de produção e o número de citações.

Volume de Produção

Relativamente ao volume de produção, as análises descritivas serão realizadas, numa primeira fase, para a base de dados global, isto é, para os 60 bancos para os quais existe informação. Esta análise será realizada comparando o volume de produção destes bancos nos períodos de 1927 a 1999 e de 1999 a 2017, uma vez que para a maioria dos Bancos Centrais que não pertencem ao Eurosistema, a informação só está disponível para estes intervalos de tempo, como foi referido anteriormente.

De seguida, a análise focar-se-á nos Bancos Centrais do Eurosistema, para o período de 1969 a 2017, uma vez que antes de 1969 a informação que temos disponível é a de terem sido publicados apenas dois artigos, um em 1927 pelo Banco da Bélgica e outro em 1963 pelo Banco da Grécia.

- **Nível de Concentração do Volume de Produção**

De modo a avaliar a se o volume de produção está concentrado em determinados bancos serão calculadas duas medidas: o rácio de concentração dos 4 bancos mais produtivos (CR_4) e o Índice de Herfindahl-Hirschman (IHH). Apesar de estes indicadores serem geralmente utilizados como medidas de concentração de mercado (Pavic, Galetic, & Piplica, 2016), esta abordagem será utilizada neste trabalho para fins exploratórios.

Segundo o dicionário da Oxford, o rácio de concentração – *concentration ratio* (CR) – costuma ser utilizado na caracterização de um mercado relativamente à sua estrutura, isto é, se existe alguma empresa ou conjunto de empresas que dominem o mercado e se estamos perante um oligopólio ou um monopólio (Black, Hashimzade, & Myles, 2009). O CR é obtido de uma forma muito simples, através do somatório da quota de mercado das maiores empresas do mercado. Se forem consideradas as 4 maiores empresas, a fórmula utilizada é a seguinte:

$$CR_4 = \sum_{i=1}^4 q_i$$

Onde q_i é a quota de mercado da empresa i .

Geralmente, esta medida é avaliada da seguinte forma:

- Se $CR_4 \leq 40\%$, significa que nenhuma empresa ou grupo de empresas domina o mercado;
- Se $CR_4 > 40\%$, significa que as empresas podem formar um oligopólio;
- Caso o CR_4 seja muito próximo de 100% ou iguale este valor, pode indiciar que uma ou mais empresas controlam o mercado.

Uma das grandes críticas feitas a esta medida de concentração deve-se ao facto de não serem consideradas todas as empresas de uma indústria, mas apenas as maiores do mercado (Pavic et al., 2016).

Desta forma, também será calculado o IHH, que muitos autores acreditam ser uma medida mais precisa, uma vez que considera todas as empresas (Pavic et al., 2016). Este índice é dado pela soma dos quadrados das quotas de mercado de todas as empresas no mercado:

$$IHH = \sum_{i=1}^N q_i^2$$

Onde q_i é, novamente, a quota de mercado da empresa i e N é o número de empresas que existem no mercado.

De acordo com a *U.S. Federal Trade Commission* (FTC), um mercado pode ser classificado da seguinte forma (Brezina, Pekár, Čičková, & Reiff, 2016):

- Se $IHH < 0.15$, não existe concentração de mercado;
- Se $0.15 \leq IHH < 0.25$, o mercado é moderadamente concentrado;
- Se $IHH \geq 0.25$, o mercado é altamente concentrado.

No caso desta dissertação, q_i será a proporção de artigos publicados pelo banco i no total de artigos e N será o número de bancos considerados. No caso do panorama global $N = 60$ e no caso dos Bancos Centrais do Eurosistema $N = 19$ ou $N = 20$, caso estejamos a considerar o BCE ou não.

Após serem realizadas as análises descritivas, será aplicada a Teoria das Cadeias de Markov recorrendo ao programa R, para estudar se após a introdução do Euro houve alguma alteração ao volume de produção dos bancos do Eurosistema, através da alteração das MPT.

A abordagem será realizada para o volume de produção de todos os Bancos Centrais do Eurosistema, a nível agregado. Para isso, será construída uma série temporal com o número total de artigos publicados por estas Instituições em cada ano da análise, para o período de 1969 a 2017.

Assim, a variável estocástica será o volume de publicações de cada ano e a CM terá dois estados:

- Estado 1: Volume de produção baixo;
- Estado 2: Volume de produção alto.

A classificação do volume de produção nos dois estados considerados pode ser feita de duas formas. Pode utilizar-se a função *cut* do programa R para dividir o volume de produção, de acordo com os quantis da distribuição, ou pode utilizar-se um critério de classificação definido previamente. No entanto, utilizando esta última abordagem, algumas CM obtidas só tinham um estado, o que não é conveniente para a análise que se pretende realizar. Por esse motivo, apenas serão apresentados os resultados obtidos através da primeira abordagem.

Após a classificação do volume anual em alto ou baixo, recorre-se à função *markovchainFit* inserida no *package* “markovchain”, para estimar as MPT de dois períodos distintos, o período antes da introdução do Euro e o período após a introdução desta moeda.

Por último, serão realizados testes de homogeneidade, para testar se entre os dois períodos considerados existe uma quebra de estrutura na CM coincidente com o período de introdução do Euro, ou seja, se as probabilidades de transição obtidas para os períodos antes e depois da introdução do Euro se alteraram. Para isso, será utilizada a função *VerifyHomogeneity*.

A aplicação da Teoria das Cadeias de Markov também será realizada para o GC, considerando os mesmos critérios, de forma a que se possa averiguar se ambos os grupos se comportam de modo semelhante.

Número de Citações

Para este indicador, não será realizada uma análise descritiva à base de dados global, uma vez que não temos esta granularidade de informação para a maioria dos bancos. Assim, em primeiro lugar, será realizada uma breve análise descritiva de forma a tentar perceber como este indicador evoluiu ao longo do horizonte temporal considerado, de 1969 a 2017 para os bancos do Eurosistema.

De seguida, será aplicada a Teoria das Cadeias de Markov para o agregado destes bancos. Para a realização desta análise será criada uma série temporal com o número total de citações que os artigos publicados em cada um dos anos arrecadaram.

Assim, a variável estocástica será o número de citações e a CM terá dois estados:

- Estado 1: Número de citações baixo;
- Estado 2: Número de citações alto.

Tal como no caso do volume de publicações, irá recorrer-se à função *cut* do programa R para a classificação do número de citações consoante os estados considerados. As estimativas das MPT e os testes de homogeneidade serão feitos recorrendo aos mesmos métodos utilizados para o volume de produção.

Analogamente ao caso anterior, a aplicação da Teoria das Cadeias de Markov também será realizada para o GC, considerando os mesmos critérios subjacentes.

4. RESULTADOS

4.1. ANÁLISES DESCRITIVAS

4.1.1. Análise ao *Output* Científico – Volume de Publicações

4.1.1.1. Panorama Global

Evolução da Produção Científica

Após o tratamento da base de dados, onde foram eliminadas observações duplicadas, o número total de artigos publicados pelos 60 Bancos Centrais em revistas científicas, entre 1969 e 2017 foi 11 964. Como se pode verificar no gráfico da Figura 1, o número de artigos publicados depois de 1999 foi quase sete vezes superior ao número de artigos publicados entre 1969 e 1999, o que corresponde a 87.2% do total de artigos considerados.

De acordo a revista *Nature* (2016), ao longo das últimas décadas, o número de artigos científicos publicados tem vindo a aumentar 8% a 9% anualmente (Landhuis, 2016). Desta forma, é necessário estabelecer uma comparação entre o aumento que se verificou na produção dos Bancos Centrais com o aumento generalizado que se tem vindo a verificar. De acordo com a base de dados *Scopus*, o número de artigos publicados após a introdução do Euro corresponde a cerca de 63%³ do número total de artigos publicados durante 1969 a 2017, valor menor do que o verificado no caso da produção científica dos Bancos Centrais.

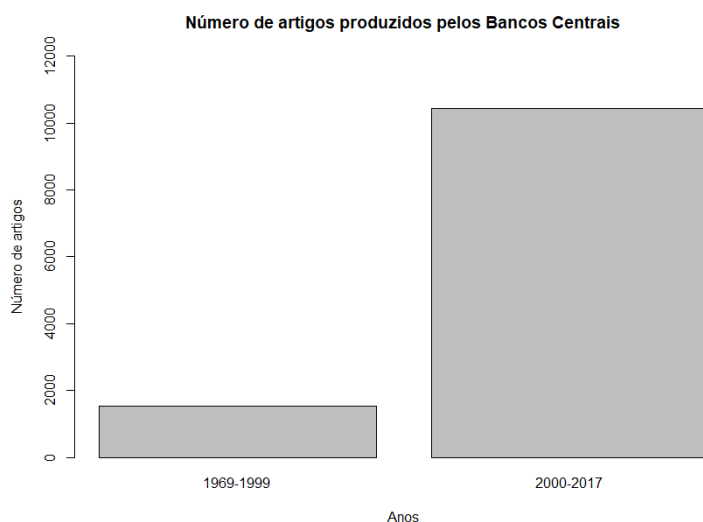


Figura 1 – Gráfico com o número de artigos publicados entre 1969-1999 e 2000-2017

³ Este valor foi calculado considerando o número de documentos disponíveis na base de dados *Scopus* para os períodos de 1969 a 1999 e 2000 a 2017. Estes valores foram extraídos com base nas *queries* “PUBYEAR>1968 AND PUBYEAR BEF 2000” e “PUBYEAR>1999 AND PUBYEAR BEF 2018”.

Considerando cada banco individualmente, o aumento na publicação de *papers* em revistas científicas, após 1999, foi bastante significativo para a maioria deles, destacando-se o Banco Central da Áustria que, entre 1969 e 1999, apenas tinha publicado 3 artigos e, após 1999, publicou 228 artigos.

Os Bancos Centrais cuja produção não sofreu grandes alterações entre os dois períodos considerados foram os bancos da Austrália e dos Estados Unidos da América. Até 1999, estes bancos publicaram 108 e 417 artigos, respetivamente e após esse ano e até 2017, estes bancos publicaram 125 e 574 artigos.

Concentração da Produção Científica

Os Bancos Centrais mais produtivos entre 1969 e 2017 foram o BCE, a Reserva Federal (FED), o Banco de Inglaterra e o Banco de França. A proporção das publicações realizadas por estes quatro bancos no total de publicações é de, aproximadamente, 28.3%.

Bancos	Anos		
	Artigos Publicados		
	1969-1999	2000-2017	Total
BCE	13	1 106	1 119
FED	417	574	991
Banco de Inglaterra	171	485	656
Banco de França	38	580	618
Total	639	2 745	3 384

Tabela 1 - Artigos publicados em revistas científicas pelos Bancos Centrais mais produtivos

Uma vez que a proporção de artigos publicados por estes bancos é inferior a 40%, podemos concluir que, apesar de estes serem os mais produtivos, a produção científica dos 60 Bancos Centrais não se encontra concentrada neste conjunto de bancos.

A conclusão que se obtém recorrendo ao IHH é semelhante a esta.

$$IHH = \sum_{i=1}^{60} 0.0935^2 + 0.0193^2 + \dots + 0.0048^2 + 0.0027^2 = 0.0417$$

Como $IHH < 0.15$, podemos concluir que entre os anos de 1969 e 2017, a produção científica não se encontra concentrada em nenhum dos bancos considerados.

4.1.1.2. Bancos Centrais do Eurosistema

Evolução da Produção Científica

Na Tabela 2, é apresentado o número de publicações dos Bancos Centrais dos países do Eurosistema e do BCE, repartido em intervalos de 5 anos. O último intervalo antes da introdução do Euro é composto por 6 anos, para que os períodos antes e após a introdução do Euro possam estar separados.

Considerando todos os Bancos Centrais do Eurosistema, o número total de artigos publicados entre 1969 e 2017 foi 5 663, o que corresponde a, aproximadamente, 47.3% do total de artigos publicados pelos 60 Bancos Centrais.

No entanto, uma vez que o BCE foi instituído a 1 de junho de 1998 como o núcleo do Eurosistema, a maioria do seu *output* científico foi publicado de 1999 em diante. Por esse motivo e por este ser o banco mais produtivo, talvez seja importante considerar apenas os restantes Bancos Centrais nacionais, uma vez que a inclusão deste pode sobrevalorizar as análises realizadas.

Banco Central	1969-1973	1974-1978	1979-1983	1984-1988	1989-1993	1994-1999	2000-2004	2005-2009	2010-2014	2015-2017	Total
Áustria	0	0	0	0	1	2	38	65	80	45	231
Bélgica	0	0	0	1	2	3	13	39	51	20	129
Chipre	0	0	0	1	2	1	0	2	8	6	20
Estónia	0	0	0	0	0	0	1	3	17	12	33
Finlândia	0	2	2	31	13	10	54	88	166	95	461
França	0	1	1	8	17	11	42	105	289	144	618
Alemanha	1	1	2	2	7	9	38	119	187	177	543
Grécia	2	5	10	18	21	44	60	92	111	48	411
Irlanda	0	2	8	6	3	6	7	26	47	45	150
Itália	1	0	3	2	11	18	62	101	202	177	577
Letónia	0	0	0	0	0	2	1	3	9	5	20
Lituânia	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10	11
Luxemburgo	0	0	0	0	0	0	1	12	27	13	53
Malta	0	0	0	0	0	0	0	0	3	9	12
Holanda	2	2	12	8	8	39	41	69	194	104	479
Portugal	0	0	0	1	3	22	22	49	117	66	280
Eslováquia	0	0	0	0	0	0	6	3	1	2	12
Eslovénia	0	0	0	1	0	1	1	4	18	14	39
Espanha	0	1	5	24	11	24	33	107	152	108	465
BCE	0	0	0	0	0	13	121	310	461	214	1 119
Total	6	14	43	103	99	205	541	1 197	2 141	1 314	5 663
Total sem BCE	6	14	43	103	99	192	420	887	1 680	1 100	4 544

Tabela 2 – Número de artigos publicados pelos Bancos Centrais do Eurosistema por intervalo de tempo

Assim, o número de artigos publicados pelos restantes 19 bancos foi 4 544, o que corresponde a, aproximadamente, 38% dos artigos publicados pelos 60 Bancos Centrais (Tabela 2).

O intervalo onde foi publicado o maior número de artigos por parte destas instituições foi o de 2010 a 2014, onde se publicaram 1 680 artigos, isto porque, como se pode ver no gráfico da Figura 2, onde se encontra representado o número de artigos publicados anualmente pelos Bancos Centrais do Eurosistema e do GC, a partir do ano de 2010 até ao ano de 2014 houve um aumento significativo no número de artigos publicados anualmente por parte destas instituições, tendo este último ano denotado o maior número de publicações. Durante este ano foram publicados 414 artigos e os bancos que mais contribuíram para este alto volume de publicações foram o Banco Central de França e o Banco Central de Itália, com 63 e 61 artigos, respetivamente.

Estes bancos fazem parte dos 4 bancos mais produtivos do Eurosistema, assunto que irá ser abordado mais à frente. Como vimos anteriormente, além de ser dos bancos do Eurosistema que mais artigos publica, o Banco de França é também o 4º banco que mais publica dos 60 bancos considerados na análise inicial.

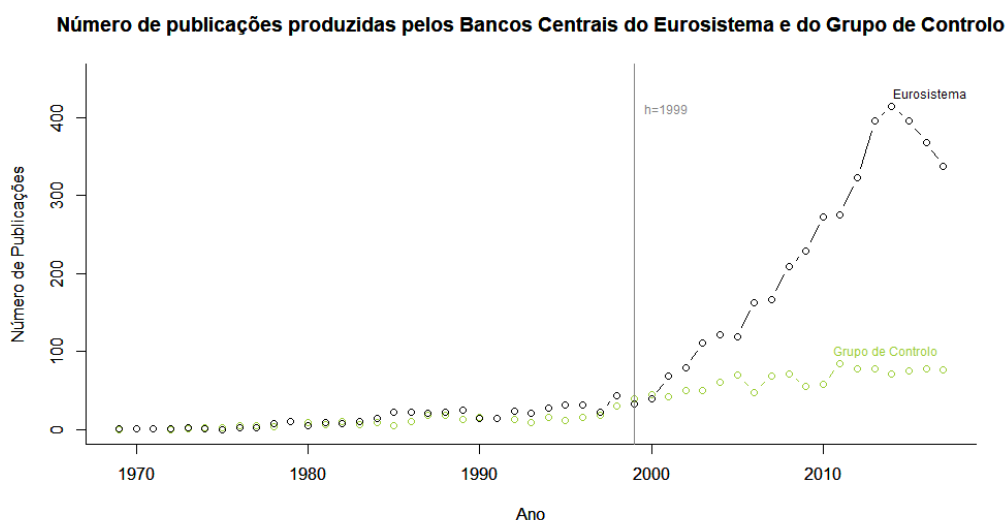


Figura 2 – Evolução do número de publicações dos Bancos Centrais do Eurosistema entre 1969 e 2017

Apesar de 2014 ter sido o ano em que se publicaram mais artigos, o aumento no número de artigos publicados pelos Bancos Centrais do Eurosistema no intervalo de tempo de 2010 a 2014, foi mais pronunciado entre 2012 e 2013, onde houve um aumento de 72 artigos, passando de

um total de 323 artigos anuais, para 395. Este aumento deveu-se, especialmente, ao aumento da performance individual dos bancos de Portugal, da Holanda, da França e da Áustria.

Ainda na Figura 2, é visível que após o ano de 1999, o aumento na produção de *papers* começou a ser mais significativo, não só para os bancos do Eurosistema, mas também para os bancos do GC.

No caso dos bancos do Eurosistema, a totalidade de artigos publicados após a introdução do Euro equivale a 89.9% do número total de artigos publicados por estes bancos, enquanto no caso do GC este valor é de, aproximadamente, 78.1% do total de artigos por eles publicados.

Na série temporal que representa o número de publicações realizadas pelos Bancos Centrais do Eurosistema parece existir uma diminuição significativa no número de artigos publicados, após o ano de 2014. No entanto, como a base de dados utilizada foi desenvolvida no ano de 2017, a análise bibliográfica poderá não incluir toda a informação referente a estes últimos anos. Desta forma, a diminuição que se vê poderá dever-se apenas à fonte da informação utilizada, e não propriamente à quebra da produção por parte destes bancos.

Considerando os valores absolutos, os intervalos de tempo em que o GC foi mais produtivo que o grupo de bancos do Eurosistema foram os intervalos de 1974-1978 e 1979-1983, mais precisamente nos anos de 1974 a 1977 e 1982. Nos restantes intervalos considerados, os bancos do Eurosistema publicaram mais anualmente, com exceção dos anos de 1990, 1999 e 2000, em que o GC voltou a ser mais produtivo.

Em média, o GC publica cerca de 30 artigos por ano, enquanto o grupo dos bancos do Eurosistema publica, aproximadamente, 92 artigos anualmente. No entanto, importa destacar que o número de bancos dos dois grupos é muito diferente. Considerando o número de bancos em cada um dos grupos, em média, cada banco do GC publica cerca de 7 artigos por ano e cada banco do Eurosistema publica cerca de 4 artigos anualmente.

Concentração da Produção Científica

Os quatro bancos que mais contribuem para o total de artigos publicados pelos Bancos Centrais do Eurosistema são os bancos de França, da Itália, da Alemanha e da Holanda, cuja produção corresponde a cerca de 48.8% do total do Eurosistema.

Bancos	Anos	Artigos Publicados		
		1969-1999	2000-2017	Total
Banco de França		38	580	618
Banco de Itália		35	542	577
Banco da Alemanha		22	521	543
Banco da Holanda		71	408	479
Total		166	2 051	2 217

Tabela 3 - Artigos publicados em revistas científicas pelos Bancos Centrais do Eurosistema mais produtivos

Uma vez que o CR é superior a 40%, pode afirmar-se que a produção de *output* científico dos bancos do Eurosistema se encontra concentrada nestes 4 bancos. No entanto, este domínio não foi constante ao longo do tempo. Até à introdução do Euro, o banco mais produtivo destes quatro, foi o Banco da Holanda, que, após 1999, perdeu o seu domínio.

As seguintes figuras representam o conjunto de bancos do Eurosistema mais produtivos ao longo de 3 intervalos de tempo diferentes, para que se possa verificar que, para além da alteração acima mencionada, os padrões de concentração da produção científica sofreram outras alterações ao longo do tempo. Os intervalos considerados foram [1969-1983], [1984-1999] e [2000-2017].

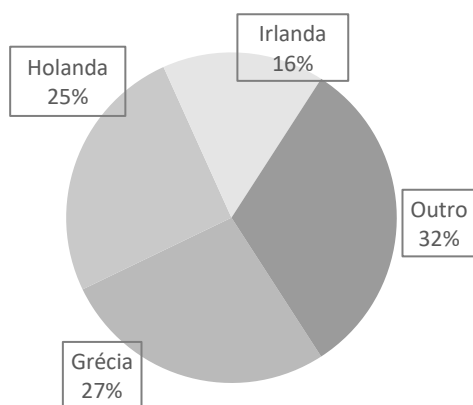


Figura 3 – Bancos mais produtivos no intervalo [1969-1983]

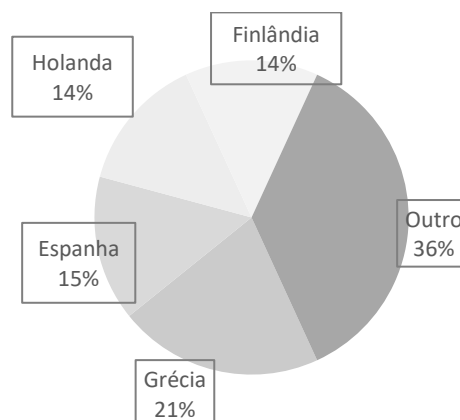


Figura 4 – Bancos mais produtivos no intervalo [1984-1999]

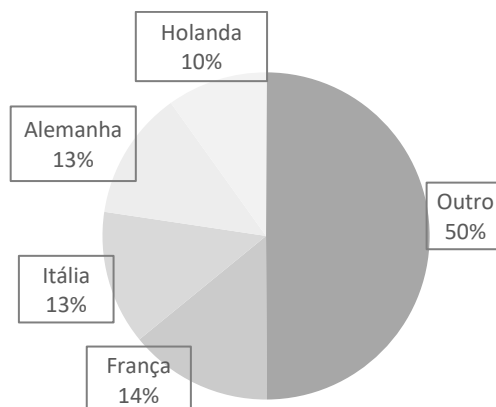


Figura 5 – Bancos mais produtivos no intervalo [2000-2017]

Antes da introdução do Euro, o Banco Central da Grécia era o mais produtivo do Eurosistema, tendo publicado 17 artigos em revistas científicas nos primeiros 15 anos de análise (Figura 3) e 83 nos 15 anos seguintes (Figura 4). No entanto, existiram algumas diferenças nos padrões de concentração dos dois primeiros intervalos considerados. Por um lado, a Irlanda, deixou de pertencer ao grupo de bancos mais produtivos. E, por outro lado, os bancos de Espanha e da Finlândia, que anteriormente apresentavam valores residuais, passaram a pertencer aos bancos mais produtivos (Figura 4).

No período após a introdução do Euro, os padrões de concentração voltam a alterar-se. Por um lado, apesar de continuar a pertencer ao grupo de bancos que mais artigos publica, o banco da Holanda passou do 2º para o 4º lugar, em termos de volume de produção. O facto de este banco ser constantemente um dos mais produtivos evidencia a grande preocupação na produção de *papers* de alta qualidade que, consequentemente, origina a sua publicação em revistas científicas. Por outro lado, os bancos de França, da Itália e da Alemanha que não obtiveram nenhuma posição de destaque em nenhum dos outros períodos passam a ser os bancos mais produtivos do Eurosistema. Para além disso, foram considerados os mais produtivos em todo o horizonte temporal (1969-2017) o que significa que o aumento da sua produção durante o período de 2000 a 2017 compensou a sua falta de produção no período anterior à introdução do Euro (Figura 5).

Importa ainda destacar que, ao longo do tempo, a proporção da componente “Outros” vai aumentando, o que significa que, em geral, a produção de todos os bancos aumentou ao longo do tempo, como já tinha sido referido anteriormente. No intervalo de tempo de 1969 a 1983,

existiam 11 bancos cuja produção era nula. Destes, 6 passaram a publicar artigos no intervalo seguinte, podendo destacar-se o Banco de Portugal que no segundo período foi o 7º banco que mais artigos publicou. Entre 2000 e 2017, todos os bancos publicaram em revistas científicas, o que pode ser um indicador de que ao longo do tempo estas instituições começaram a focar-se cada vez mais na produção de *papers* de grande qualidade a fim de serem elegíveis a nível académico. Para além disso, passou a existir um “mercado” mais competitivo relativamente aos períodos anteriores, em que determinados bancos dominavam a produção de *output* científico.

Calculando o IHH_{EU} para todo o horizonte temporal e considerando $N = 19$ obtemos o seguinte:

$$IHH_{EU} = \sum_{i=1}^{19} 0.0508^2 + 0.0284^2 + \dots + 0.0086^2 + 0.1023^2 = 0.0976$$

Apesar de sabermos que existem bancos que publicam significativamente mais do que outros, de acordo com este índice, não existe concentração da produção científica em nenhum dos bancos, uma vez que $IHH_{EU} < 0.15$.

No entanto, como os padrões de concentração da produção científica se alteraram significativamente ao longo do tempo, é natural que o IHH também tenha sofrido flutuações. Desta forma, para além do seu valor absoluto, é importante analisar a sua média móvel, para que estas flutuações sejam suavizadas e para que se possa estimar a sua tendência ao longo do tempo. No gráfico da Figura 6, encontra-se representado o valor do IHH_{EU} anual e as suas médias móveis a 3 e a 5 anos, $MA(3)$ e $MA(5)$ respetivamente.

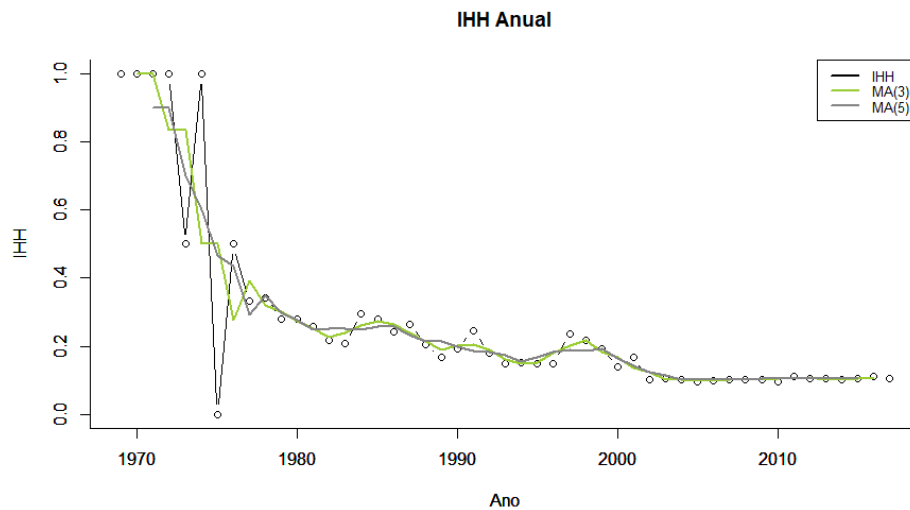


Figura 6 – IHH anual e respetivas médias móveis

Como se pode verificar, este índice começou por atingir o seu valor máximo nos primeiros anos da análise, uma vez que, de acordo com a base de dados utilizada, poucos foram os bancos que publicaram artigos em revistas científicas durante esse período. Ao longo do tempo, a produção científica dos Bancos Centrais começou a aumentar cada vez mais e, consequentemente, o valor do IHH_{EU} começou a diminuir, estabilizando por volta do ano de 2002 em valores próximos de 0.10. Desta forma, podemos concluir que antes da introdução do Euro, o nível de concentração da produção científica era mais elevado do que após a introdução desta moeda.

4.1.2. Análise ao *Outcome* – Número de Citações

O número total de citações dos artigos publicados pelos Bancos Centrais do Eurosistema após a introdução do Euro foi 5 vezes superior ao número de citações dos artigos publicados antes da introdução desta moeda, o que pode ser consequência do facto de estes bancos terem vindo a publicar cada vez mais artigos em revistas científicas.

	1969-1999	2000-2017
Número de Citações	14 626	76 649

Tabela 4 - Número de citações dos artigos publicados pelos Bancos Centrais do Eurosistema entre 1969 e 2017

Na tabela seguinte (Tabela 5), é apresentado o número de citações que cada banco arrecadou, consoante a data de publicação dos seus artigos.

O intervalo de tempo onde foram publicados os artigos que obtiveram o maior número de citações como um todo foi o de 2010 a 2014. No entanto, este foi o intervalo onde existiu o maior número de publicações, ou seja, não é possível conhecer a distribuição real do número de citações.

Banco Central	1969-1973	1974-1978	1979-1983	1984-1988	1989-1993	1994-1999	2000-2004	2005-2009	2010-2014	2015-2015	Total
Áustria	0	0	0	0	1	20	1 206	1 315	894	350	3 786
Bélgica	0	0	0	0	0	60	2 525	2 538	974	215	6 312
Chipre	0	0	0	10	7	16	0	87	185	12	317
Estónia	0	0	0	0	0	0	1	35	179	57	272
Finlândia	0	100	43	89	274	71	1 195	2 662	3 065	1 085	8 584
França	0	3	0	25	343	162	902	1 801	3 532	1 095	7 863
Alemanha	0	1	3	2	381	58	1 800	3 739	2 776	1 509	10 269
Grécia	3	404	11	202	441	665	1 424	2 096	1 680	228	7 154
Irlanda	0	1	32	23	17	105	72	672	553	176	1 651
Itália	0	0	8	53	234	781	2 150	3 478	3 854	1 287	11 845
Letónia	0	0	0	0	0	0	0	7	41	8	56
Lituânia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	38
Luxemburgo	0	0	0	0	0	0	8	219	398	61	686
Malta	0	0	0	0	0	0	0	0	23	22	45
Holanda	16	5	86	29	53	327	916	2 090	4 606	1 019	9 147
Portugal	0	0	0	0	117	1 191	557	1 569	1 946	460	5 840
Eslováquia	0	0	0	0	0	0	19	1	2	2	24
Eslovénia	0	0	0	17	0	0	0	33	107	94	251
Espanha	0	3	67	204	1 490	6 372	1 190	3 697	3 207	905	17 135
Total	19	517	250	654	3 358	9 828	13 965	26 039	28 022	8 623	91 275

Tabela 5 – Número de citações dos artigos publicados pelos Bancos Centrais do Eurosistema por intervalo de tempo

Para tentar perceber a relação entre as duas variáveis, no gráfico da figura seguinte (Figura 7), encontra-se representado o número de citações sobre o número de publicações, onde cada ponto corresponde a um ano da análise. Desta forma cada par de pontos é composto pelo número de artigos que foram publicados por todos os Bancos Centrais num determinado ano e o número total de citações que estes artigos arrecadaram.

Como se pode verificar existem alguns *outliers* na amostra, sendo que o que mais se destaca é o que se encontra assinalado a verde e que corresponde ao ano de 1995, ano em que foi publicado o artigo que obteve o maior número de citações da base de dados. Este artigo foi publicado pelo banco de Espanha e arrecadou um total de 5 953 citações.

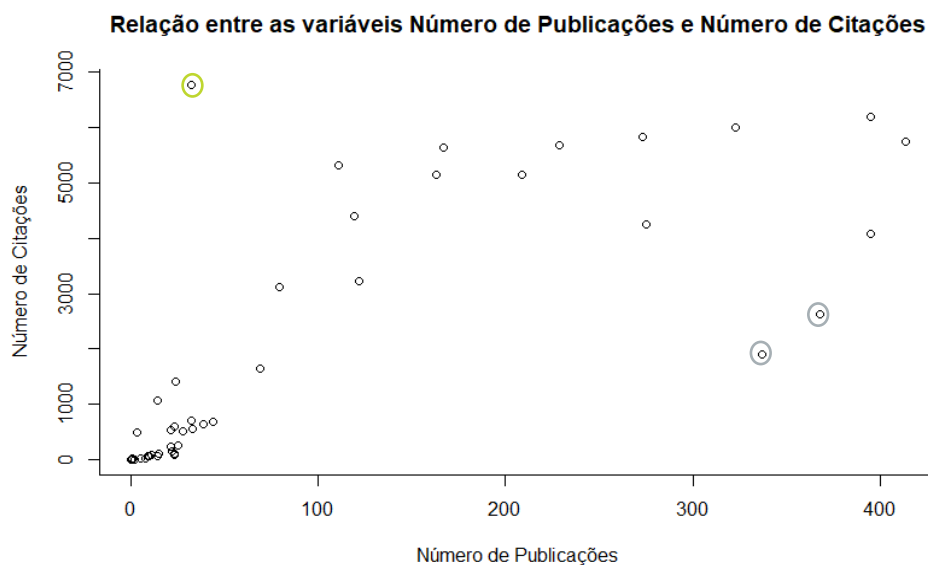


Figura 7 – Relação entre o número de citações e o número de publicações dos bancos do Eurosistema

Em geral, a relação entre estas duas variáveis aparenta ser positiva. Quanto maior for o número de publicações num determinado ano, maior será o número de citações. Os únicos pontos para os quais esta conclusão não se aplica são os que correspondem aos anos mais recentes da análise, o de 2016 e o de 2017, assinalados a cinzento. Apesar de terem sido anos em que houve um alto número de publicações realizadas pelos Bancos Centrais, como são relativamente recentes, ainda não arrecadaram tantas citações quanto os outros.

Na tabela seguinte (Tabela 6) encontram-se os coeficientes de correlação de Pearson (r) e de Spearman (r_s) entre o número de publicações e o número de citações. Foram calculados estes indicadores considerando 3 cenários diferentes:

- 1) Na primeira abordagem os coeficientes foram calculados considerando o número de artigos publicados entre 1969 e 2017 e o número de citações que os mesmos arrecadaram;
- 2) Na segunda abordagem foram calculados estes coeficientes removendo o artigo publicado pelo Banco de Espanha que arrecadou 5 953 citações, por se tratar de um *outlier*.
- 3) Na terceira abordagem, para além da exclusão do artigo do Banco de Espanha, foram também excluídos os valores correspondentes aos anos de 2016 e 2017, uma vez que

como estes foram publicados há menos tempo, o número de citações arrecadado também é menor.

	r	p-value	r_s	p-value
1)	0.7586	2.712e-10	0.9171	<2.2e-16
2)	0.8232	3.876e-13	0.9372	<2.2e-16
3)	0.8867	<2.2e-16	0.9480	<2.2e-16

Tabela 6 – Correlação entre o número de artigos publicados pelos Bancos Centrais do Eurossistema e o número total de citações

Como se pode ver, existe uma relação positiva entre o número de artigos publicados e o número total de citações.

Desta forma, apesar de o número de citações dos artigos publicados pelos Bancos Centrais ter aumentado muito ao longo do tempo, como se pode ver na Tabela 5, não se pode concluir que este aumento se deveu à introdução de uma nova moeda uma vez que também o número de publicações aumentou consideravelmente e, como vimos anteriormente, existe uma variação positiva entre as duas variáveis. No entanto, de forma a poder estabelecer-se uma comparação, serão realizadas análises análogas para o GC.

A tabela seguinte (Tabela 7) representa o número de citações que os artigos publicados pelos Bancos Centrais do GC arrecadaram, consoante o ano da sua publicação.

Banco Central	1969-1973	1974-1978	1979-1983	1984-1988	1989-1993	1994-1999	2000-2004	2005-2009	2010-2014	2015-2017	Total
Inglaterra	0	32	241	574	1 208	1 874	3 700	5 791	3 640	1 199	18 259
Suécia	0	0	0	0	0	229	809	2 043	1 266	559	4 906
República Checa	0	0	0	0	5	50	278	801	1 387	694	3 215
Austrália	9	73	113	81	86	446	409	600	382	180	2 379
Total	9	105	354	655	1 299	2 599	5 196	9 235	6 675	2 632	28 759

Tabela 7 – Número de citações dos artigos publicados pelos Bancos Centrais do GC por intervalo de tempo

O número de citações dos artigos publicados após a introdução do Euro foi quase 5 vezes maior do que o dos artigos publicados antes da introdução desta moeda. No entanto, tal como no caso dos Bancos Centrais do Eurosistema, isto pode ter sido apenas consequência do maior volume de produção.

Na figura seguinte (Figura 8) está representada a relação entre o número de citações e o número de publicações dos bancos do GC, em que cada ponto equivale a um ano da análise.

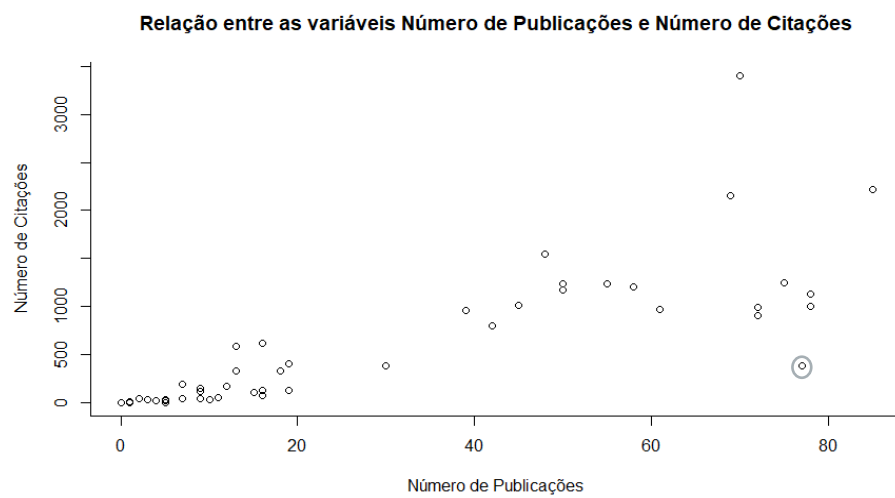


Figura 8 – Relação entre o número de citações e o número de publicações dos bancos do GC

A situação que se verifica para estes bancos é muito semelhante à que se verificou anteriormente. Por um lado, a relação entre estas variáveis é positiva (Figura 8 e Tabela 8), o que significa que quanto maior for o número de publicações, maior será o número de citações. Por outro lado, tal como no caso dos bancos do Eurosistema, os artigos publicados em 2017 têm um baixo número de citações, que pode ou não ser explicado pelo facto de terem tido menos tempo para as arrecadar.

Na Tabela 8, encontram-se os coeficientes de correlação de Pearson (r) e de Spearman (r_s) entre o número de publicações e o número de citações, que foram calculados tendo em conta 2 cenários distintos:

- 1) No primeiro cenário, os coeficientes foram calculados considerando todo o horizonte temporal, i.e., os anos de 1969 a 2017;

- 2) No segundo cenário, o ano de 2017 não foi considerado, uma vez que o número de citações é relativamente baixo, o que pode ser explicado pelo facto de estes artigos terem sido publicados há menos tempo.

	r	p-value	r_S	p-value
1)	0.8062	2.753e-12	0.9104	<2.2e-16
2)	0.8413	7.052e-14	0.9254	<2.2e-16

Tabela 8 - Correlação entre o número de artigos publicados pelos Bancos Centrais do GC e o número total de citações

Tal como no caso dos Bancos do Eurosistema, em ambos os cenários considerados existe uma relação positiva entre o número de artigos publicados e o número total de citações.

O banco do GC que arrecadou o maior número de citações ao longo do horizonte temporal considerado foi o banco de Inglaterra, uma vez que publicou 656 artigos desde 1969 a 2017. No entanto, o segundo banco mais citado deste grupo foi o banco da Suécia, que foi o que publicou menos artigos no período em análise.

Como vimos que o número de citações variava positivamente com o número de artigos publicados tanto no caso dos bancos do Eurosistema como no caso dos bancos do GC, nas figuras seguintes encontra-se representado o número médio de citações por artigo publicado. Este indicador é calculado dividindo o número total de citações pelo número total de artigos publicados (Joshi, 2014). Quanto maior for este rácio, mais escura será a área do país em questão (Figura 9).

Em média, o conjunto de Bancos Centrais do Eurosistema obtém cerca de 20 citações por artigo publicado, enquanto o conjunto dos Bancos Centrais do GC obtém cerca de 19 citações por publicação.



Figura 9 – Número médio de citações por artigo publicado pelos bancos da análise

A nível individual e considerando o horizonte temporal de 1969 a 2017, os bancos com o número médio de citações por artigo mais elevado são os bancos da Bélgica e de Espanha, com 48 e 36 citações por artigo, respetivamente. Apesar de, a nível absoluto, o Banco da Bélgica não ser dos mais citados, é o que tem o maior número de citações médio por artigo, uma vez que publicou 3 dos artigos mais citados.

Apesar de os Bancos de Itália, da Alemanha e da Holanda serem dos que mais publicam e dos mais citados, a nível absoluto, o número médio de citações por artigo não é dos mais elevados, sendo de 20, 18 e 19 citações por artigo, respetivamente. À frente destes bancos encontram-se os bancos de Inglaterra e da Suécia cujo rácio é, aproximadamente, 27 e 23 citações por artigo.

O Banco de França é um caso particular. Sendo o banco com o maior volume de produção do Eurosistema, esperar-se-ia que fosse muito citado, uma vez que, em geral, quanto maior for o número de artigos publicados, maior será o número de citações obtidas (Sandström & Van den Besselaar, 2016). No entanto, em termos absolutos, este é apenas o 6º banco mais citado e o seu número médio de citações por artigo é dos mais baixos, de apenas 12 citações por artigo. Nas figuras seguintes, estão representados os números médios de citações por artigo antes e depois da introdução do Euro, para que se possa estabelecer uma comparação entre os dois períodos (Figura 10 e Figura 11).



Figura 10 – Número médio de citações por artigo publicado pelos bancos da análise antes da introdução do Euro

No período anterior à introdução do Euro, o número de citações por artigo publicado para o conjunto dos bancos do Eurosistema era cerca de 32. No caso dos bancos do GC este valor era apenas de 15 citações por artigo publicado (Figura 10).

Durante este período, o Banco de Espanha foi o que arrecadou o maior número de citações, com cerca de 125 por artigo publicado, o que se deve, maioritariamente ao artigo que obteve 5 953 citações. Excluindo este artigo da análise, o banco espanhol teria o 2º maior rácio de, aproximadamente, 34 citações por artigo. Nesse caso, o banco com o maior número médio de citações por publicação seria o Banco de Portugal, com cerca de 50 citações por artigo publicado. Apesar de ter publicado relativamente poucos artigos durante este período, a sua grande maioria foi citada pelo menos duas vezes.

Após a introdução do Euro, o conjunto de bancos do GC passa a ter um número médio de citações por artigo mais elevado do que o conjunto dos bancos do Eurosistema, de aproximadamente 20 citações.



Figura 11 – Número médio de citações por artigo publicado pelos bancos da análise depois da introdução do Euro

No caso dos bancos do Eurosistema, apesar de o número de citações ter aumentado em número absoluto, como se viu anteriormente, a sua taxa de crescimento foi inferior à taxa de crescimento do número de artigos publicados. Desta forma, e apesar de o rácio entre o número de citações e o número de artigos publicados ter aumentado para quase todos os bancos, o número de citações por artigo diminuiu bastante comparativamente ao período anterior.

No caso do GC, a taxa de crescimento do número de citações foi superior à taxa de crescimento do número de publicações, o que resulta num rácio de citações mais elevado. Neste grupo, o número de citações por artigo publicado foi superior para todos os bancos a nível individual, destacando-se o Banco de Inglaterra que passou de 22 citações por artigo para 29 citações.

Porém, o banco com o maior número de citações por artigo foi o da Bélgica, com cerca de 50 citações por artigo publicado, uma vez que foi o banco que publicou 3 dos 5 artigos mais citados ao longo de todo o horizonte temporal, como já havia sido referido.

Caracterização dos artigos mais citados

Nesta secção, será apresentada uma breve descrição dos artigos mais citados durante 3 períodos: [1969-1983], [1984-1999] e [2000-2017]. Esta avaliação teve em conta o número médio de citações anual, uma vez que, considerando apenas o número total de citações, é mais provável que os artigos mais antigos sejam mais citados por existir um período de tempo superior para que o mesmo decorra (Sahoo & Schönborn, 2020; Tahamtan, Safipour Afshar, & Ahamdadeh, 2016). Este indicador é calculado dividindo o número de citações pelo número de anos considerado (Durieux & Gevenois, 2010). Uma vez que a informação relativa ao número de citações foi atualizada em agosto de 2020, consideramos a seguinte fórmula:

$$\text{Número médio de citações anual} = \frac{\text{Número total de citações}}{2020 - \text{Ano de publicação}}$$

Cada artigo será classificado com um código, para que seja mais fácil identificá-lo na análise.

1969 a 1983

Os artigos com o maior número médio de citações publicados durante este intervalo foram todos produzidos por Bancos dos países do Eurosistema (Tabela 9).

Código	Artigo	País	Ano	Revista	Número Médio de Citações Anual	Número Total de Citações
A1	<i>A Fuzzy Logic Controller for a Traffic Junction</i>	Grécia	1977	<i>IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics</i>	9.19	395
A2	<i>Exchange rates in the short run. The dollar-dentschemark rate</i>	Finlândia	1977	<i>European Economic Review</i>	2.30	99
A3	<i>An application of nonlinear time series forecasting</i>	Espanha	1983	<i>Journal of Business and Economic Statistics</i>	1.35	50
A4	<i>Exchange rates in the short run. Some further results</i>	Finlândia	1979	<i>European Economic Review</i>	1.00	41
A5	<i>The demand for money in EEC countries</i>	Holanda	1981	<i>Journal of Monetary Economics</i>	0.74	29

Tabela 9 – Artigos com o maior número médio de citações anual publicados no intervalo de 1969 a 1983

Considerando apenas o número total de citações, estes também seriam os artigos selecionados e a ordem manter-se-ia inalterada.

O gráfico abaixo ilustra o número de citações que cada um destes artigos arrecadou por ano (Figura 12).

Como se pode ver, a partir do ano 1998 o artigo A1 foi sempre o mais citado desta lista, continuando a ser citado nos dias de hoje. Por sua vez, nos primeiros anos da análise, o artigo mais citado anualmente foi o A2. Porém, após 1989, este artigo deixou de ter tanto destaque.

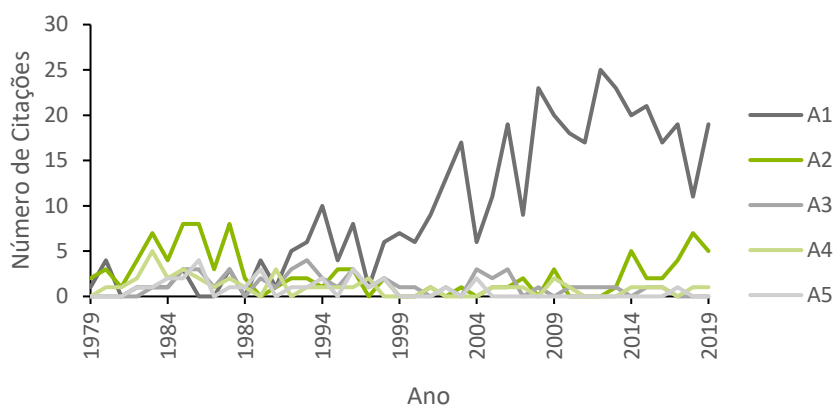


Figura 12 – Distribuição temporal do número de citações dos artigos A1-A5

O maior número de citações anuais que o artigo A1 obteve foi de 25, 36 anos após a sua publicação, no ano de 2013. Tanto este como o A2 começaram a ser citados dois anos após a sua publicação. O artigo A3 foi aquele que foi publicado mais tarde. Porém, foi o 3º artigo com mais citações a nível absoluto e a nível médio anual, obtendo o maior número de citações 10 anos após a sua publicação, em 1993, com 4 citações. Uma vez que o A4 é uma extensão dos resultados publicados no artigo A2, foi publicado na mesma revista científica. Este artigo começou a ser citado no ano seguinte à sua publicação e obteve o maior número de citações em 1983, com 5 citações. O artigo A5, por sua vez, apesar de ter arrecadado 29 citações, não chega a ter uma citação média por ano.

1984 a 1999

Os artigos mais citados durante este intervalo de tempo foram publicados por autores do Banco de Espanha e do Banco de Inglaterra e obtiveram mais citações do que os que foram publicados no período anterior, tanto a nível absoluto como a nível médio.

Ao contrário do que acontece no intervalo de tempo anterior, caso se considerasse apenas o número total de citações de cada artigo, a ordem teria sido diferente, uma vez que o artigo B4 foi mais citado do que o B3. Porém, como foi publicado dois anos antes, o seu número médio de citações anual é menor, de 17 citações por ano, enquanto o B4 chega a arrecadar em média 18 citações por ano.

Código	Artigo	País	Ano	Revista	Número Médio de Citações Anual	Número Total de Citações
B1	<i>Another look at the instrumental variable estimation of error-components models</i>	Espanha	1995	<i>Journal of Econometrics</i>	238.12	5953
B2	<i>The Power of Cointegration Tests</i>	Espanha	1992	<i>Oxford Bulletin of Economics and Statistics</i>	22.21	622
B3	<i>The use of technical analysis in the foreign exchange market</i>	Inglaterra	1992	<i>Journal of International Money and Finance</i>	18.18	509
B4	<i>Firing costs and labour demand: How bad is eurosclerosis?</i>	Espanha	1990	<i>Review of Economic Studies</i>	17.80	534
B5	<i>Volatility and links between national stock markets</i>	Inglaterra	1994	<i>Econometrica</i>	15.46	402

Tabela 10 – Artigos com o maior número médio de citações anual publicados no intervalo de 1984 a 1999

As figuras seguintes mostram a distribuição no número de citações destes artigos (Figura 13 e Figura 14). Como o artigo B1 teve um número muito elevado de citações, não é possível verificar a distribuição do número de citações dos outros artigos no primeiro gráfico.

Dos 5 artigos desta lista, o B1 foi o último a ser publicado (e desde 2001 que passou a ser o mais citado), tendo o seu número de citações aumentado ao longo dos anos. Como se pode ver no gráfico da Figura 13, o ano de 2019 foi o ano em que este artigo foi mais citado, com 865 citações.

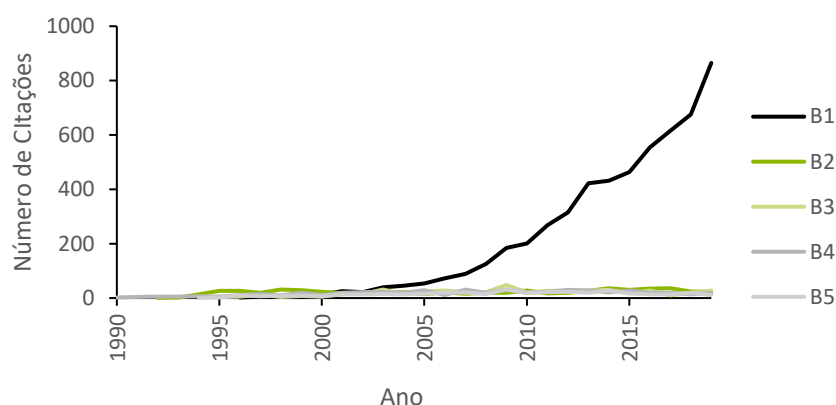


Figura 13 – Distribuição temporal do número de citações dos artigos B1-B5

Como se pode ver na figura seguinte (Figura 14), o número de citações dos restantes artigos foi irregular ao longo do tempo. O artigo B2 obteve o maior número de citações nos anos 2014 e 2017. Tanto o artigo B3 como o artigo B5 foram mais citados no ano de 2009, obtendo 48 e 32 citações, respetivamente. Por sua vez, o artigo mais antigo, o B4, foi citado todos os anos desde que foi publicado, obtendo o maior número de citações no ano de 2007.

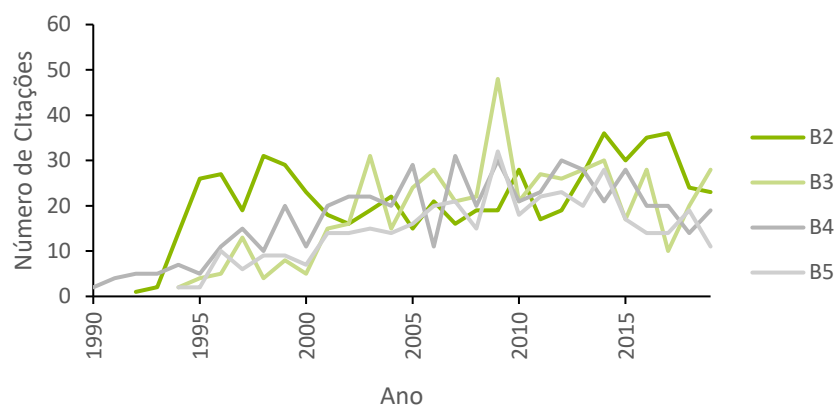


Figura 14 – Distribuição temporal do número de citações dos artigos B2-B5

2000 a 2017

No período após a introdução do Euro, os artigos mais citados foram todos publicados por Bancos Centrais do Eurosistema, o da Bélgica e o da Alemanha. No entanto, considerando o número médio de citações anual, o panorama é diferente e os bancos onde este indicador regista um valor mais elevado são os bancos da Bélgica, da Inglaterra e da Suécia (Tabela 11).

Apesar de o número total de citações dos artigos C3 e C4 não ser dos mais elevados, os artigos são relativamente mais recentes e, por esse motivo, quando temos em conta o ano de publicação, estes artigos apresentam um número médio de citações anual mais elevado, de 63 e 60 citações por ano, respetivamente.

Código	Artigo	País	Ano	Revista	Número Médio de Citações Anual	Número Total de Citações
C1	<i>Shocks and frictions in US business cycles: A Bayesian DSGE approach</i>	Bélgica	2007	<i>American Economic Review</i>	114.62	1490
C2	<i>An estimated dynamic stochastic general equilibrium model of the euro area</i>	Bélgica	2003	<i>Journal of the European Economic Association</i>	78.06	1327
C3	<i>Systemic risk in banking ecosystems</i>	Inglaterra	2011	<i>Nature</i>	63.33	570
C4	<i>Evaluating replicability of laboratory experiments in economics</i>	Suécia	2016	<i>Science</i>	60.50	242
C5	<i>Proactive environmental strategies: A stakeholder management perspective</i>	Bélgica	2003	<i>Strategic Management Journal</i>	55.88	950

Tabela 11 - Artigos com o maior número médio de citações anual publicados no intervalo de 2000 a 2017

Como se pode ver no gráfico seguinte (Figura 15), o artigo C1 começou a ser o mais citado a partir de 2012, obtendo o maior número de citações em 2019, onde arrecadou 200 citações.

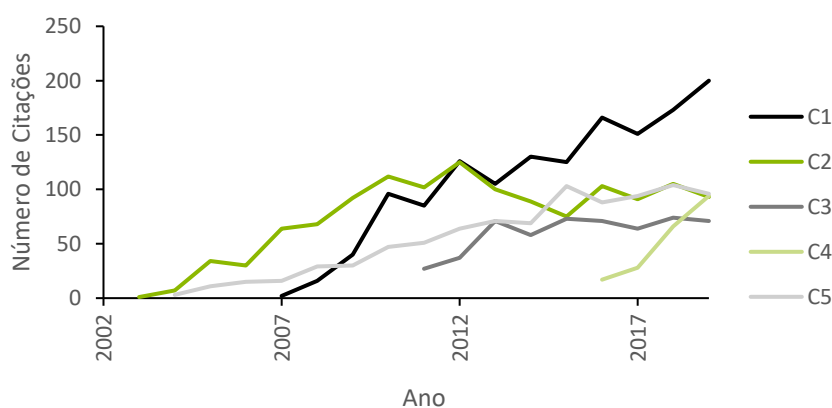


Figura 15 – Distribuição temporal do número de citações dos artigos C1-C5

Antes de 2012, o artigo que conquistava mais citações era o C2 que começou a dominar o “mercado” um ano após a sua publicação. Este artigo foi elaborado em conjunto com o BCE onde se pretendia estimar um modelo dinâmico estocástico de equilíbrio geral para a Área Euro.

Este artigo obteve o maior número de citações em 2012, arrecadando 125 citações. Os artigos C3 e C5 foram mais citados no ano de 2018, com 74 e 104 citações, respetivamente. Apesar de o número de citações total do artigo C5 ser bastante superior ao dos artigos C3 e C4, o seu número médio de citações anual é de apenas 55 artigos por ano. O artigo C4, por sua vez, apesar de ter sido publicado apenas em 2016, é citado em média 60 vezes por ano e obteve o número máximo de citações no ano de 2019.

4.1.3. Análise aos Padrões de Autoria – Número de Autores

Como se pode ver no gráfico da figura seguinte (Figura 16), a maioria dos artigos publicados por ambos os grupos de bancos, durante o período de 1969 e 1999, foi escrita por 1 autor, correspondendo a cerca de 54% de todos os artigos publicados pelos bancos do Eurosistema durante esse intervalo, e cerca de 45.7% para o GC.

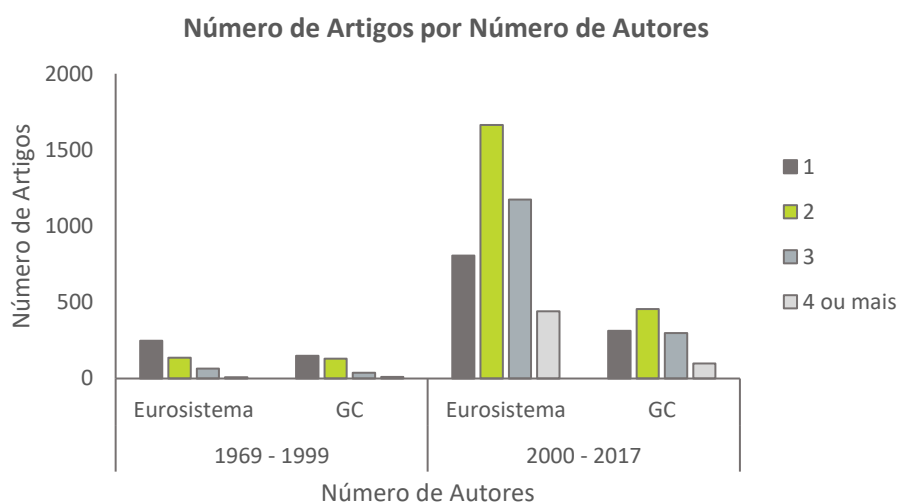


Figura 16 – Distribuição do número de autores dos artigos publicados pelos bancos dos países do Eurosistema e do GC

Após a introdução do Euro, cerca de 40.7% dos artigos publicados pelos Bancos Centrais do Eurosistema passaram a ser produzidos por 2 autores, percentagem que no período anterior rondava os 30.0%. No caso dos bancos do GC, esta percentagem passou de 39.9% para cerca de 39.1%. Apesar de, no caso deste grupo, ser visível uma diferença entre os dois períodos a nível absoluto, em termos relativos, esta diferença é residual.

Outra diferença que se pode destacar é o facto de, em ambos os períodos, no GC existirem mais artigos publicados por apenas um autor do que por 3 autores, enquanto no caso dos Bancos Centrais do Eurosistema, após 1999, passam a ser publicados mais artigos com 3 autores comparativamente àqueles que se publicam com apenas 1 autor.

Na tabela seguinte, estão representados os autores mais produtivos do conjunto de bancos analisados (Tabela 12).

Para fazer esta avaliação, foi considerado o número de artigos publicados pelos autores, enquanto estes estiveram afiliados com o banco em questão, utilizando a contagem fracionada, que no caso de coautoria atribui a cada coautor uma parte da publicação (Sivertsen, Rousseau, & Zhang, 2019). Por exemplo, se um artigo é produzido por 5 pessoas, atribuir-se-á $\frac{1}{5}$ de publicação a cada uma. Este método é vantajoso relativamente ao de contagem global, na medida em que não se conta mais do que uma vez com os artigos que são produzidos por mais do que um autor (Waltman & van Eck, 2015).

Autor	Banco	Número de publicações Contagem Fracionada	Número de publicações Contagem Global
Hasan, I.	Banco da Finlândia	35.25	106
Viren, M.	Banco da Finlândia	29.42	47
De Haan, J.	Banco da Holanda	27.33	69
Tavlas, G.S.	Banco da Grécia	24.73	60
Hondroyannis, G.	Banco da Grécia	20.80	45

Tabela 12 – Autores mais produtivos durante o intervalo de tempo considerado

Como se pode ver, os bancos com os autores mais produtivos são o Banco da Finlândia, o Banco da Grécia e o Banco da Holanda. Nos artigos publicados por estas instituições, foram identificados 387, 415 e 460 autores diferentes, respetivamente. No entanto, nem todos estão afiliados com o banco em questão.

Todos estes bancos têm um elevado volume de produção, sendo os 6.º, 7.º e 4.º bancos mais produtivos do Eurosistema, respetivamente, e os 5.º, 7.º e 4º mais citados.

Importa também destacar que a maioria dos artigos publicados por estes bancos foi realizada por 2 autores em coautoria.

No caso de Hasan, I. todos os seus artigos foram realizados em coautoria. Relativamente ao outro autor finlandês, Viren, M., este foi o que publicou mais artigos em nome individual e, por esse motivo aparece em 2º lugar de autores mais produtivos quando se utiliza o método de contagem fraccionada. Todos os artigos publicados pelo autor holandês De Haan, J, com exceção de 1, foram escritos em coautoria. Relativamente aos autores gregos, cada um deles publicou 6 artigos em nome individual.

4.1.4. Análise ao Título dos Artigos

Antes de serem realizadas as análises recorrendo à Teoria das Cadeias de Markov, realizou-se uma breve análise ao título dos artigos publicados pelos Bancos Centrais do Eurosistema.

Como uns dos principais papéis de um Banco Central são a definição e a execução da política monetária, espera-se que um evento institucional como a introdução de uma nova moeda numa das maiores áreas económicas tenha impacto a vários níveis e, por esse motivo possa ser alvo de muitos estudos. Desta forma, o objetivo desta secção é verificar se após a introdução do Euro surgiram ou não muitos artigos que se debruçassem sobre este assunto.

Para contabilizar o número de artigos que se foca neste tema, foram identificados os artigos cujo título continha a palavra “Euro”. Nesta seleção estavam contidos artigos cujo foco eram apenas os países da UE, a Área Euro, o Eurosistema e/ou a moeda em si. Desta forma, a partir destes resultados foram identificados os artigos cujo objeto de estudo estivesse apenas relacionado com a introdução desta moeda e recorrendo ao resumo dos artigos e às suas palavras-chave foram excluídos os artigos que se debruçavam sobre assuntos que não seriam relevantes para esta secção, como por exemplo, artigos cujo objeto de estudo fossem apenas os países da UE.

Considerando todos os Bancos Centrais da Área Euro foram escritos 355 artigos cujo foco principal fosse este evento institucional, o que dá uma média de 18 artigos por banco Central. A maioria dos artigos foi escrita após 1999, porém 7 deles foram escritos antes desta data, e debruçavam-se sobre os possíveis efeitos de uma área monetária única.

Apenas 2 destes bancos não publicaram qualquer artigo cujo objeto de estudo fosse este evento institucional, que foram os bancos de Chipre e de Malta. No entanto, na nossa base de dados, tínhamos informação de que estes bancos tinham publicado apenas 20 e 12 artigos, respetivamente, pelo que estes resultados não são surpreendentes.

Os Bancos que escreveram o maior número de artigos sobre este evento estão presentes na tabela seguinte (Tabela 13).

	Número de Artigos
Banco de França	56
Banco da Alemanha	50
Banco da Holanda	36
Banco de Espanha	35

Tabela 13 – Bancos do Eurosistema que publicaram mais artigos sobre o Euro e/ou as suas consequências.

Relativamente aos bancos pertencentes ao GC, a abordagem na identificação dos artigos foi a mesma e foram identificados 38 artigos, o que representa uma média de 9 artigos por banco. Apenas 2 artigos deste conjunto foram publicados antes da introdução do Euro, no entanto focavam-se em prever as consequências de uma área monetária única.

Na tabela seguinte está a distribuição destes artigos por cada Banco Central (Tabela 14).

	Número de Artigos
Banco da República Checa	21
Banco da Inglaterra	10
Banco da Suécia	7
Banco da Austrália	0

Tabela 14 – Distribuição do número de artigos sobre o Euro e/ou as suas consequências, consoante o banco do GC

Segundo a base de dados utilizada, o único banco que não publicou nenhum artigo acerca deste assunto foi o Banco da Austrália, o que pode estar relacionado com o facto de ser o único banco da análise que não é europeu.

Considerando o número de artigos total publicado por ambos os grupos, para os bancos do Eurosistema, cerca de 7.8% dos seus artigos debruçam-se sobre este evento institucional. No caso dos bancos do GC apenas 2.6% dos seus artigos se focam sobre este assunto.

4.2. APLICAÇÃO DA TEORIA DAS CADEIAS DE MARKOV

Nesta secção serão apresentados os resultados da aplicação da Teoria das Cadeias de Markov e dos respetivos testes de homogeneidade às variáveis volume de produção e número de citações.

4.2.1. Output Científico – Volume de Publicações

Como foi dito anteriormente, para esta análise foi construída uma série temporal, classificando o volume de produção dos bancos em dois estados: alto ou baixo. Como pretendemos verificar se a introdução do Euro provocou alguma alteração ao nível do volume de produção destas Instituições, dividimos a série temporal em duas, uma para o período de 1969 a 1999 e outra para o período de 2000 a 2017. Este método foi considerado tanto no caso dos bancos do Eurosistema como para o GC.

Antes de calcular as matrizes de probabilidades de transição, a primeira coisa a fazer é verificar se as sequências respeitam a propriedade de Markov. Como se pode ver na Tabela 15, considerando o nível de significância de $\alpha = 0.05$, não rejeitamos a hipótese nula para nenhuma das sequências, uma vez que $p - value > \alpha$, o que significa que todas as sequências respeitam a propriedade de Markov.

	<i>p-value</i>
Eurosistema antes do Euro	0.6895
Eurosistema depois do Euro	1
GC antes do Euro	1
GC depois do Euro	0.9999

Tabela 15 – P-values obtidos nos testes da propriedade de Markov relativos ao volume de produção dos Bancos Centrais

4.2.1.1. Bancos Centrais do Eurosistema

Considerando o volume de produção de todos os Bancos Centrais do Eurosistema, no período anterior à introdução do Euro, a probabilidade de serem publicados poucos artigos num dado ano, sabendo que no ano anterior o mesmo se verificou era elevada, de, aproximadamente, 81%. Por outro lado, a probabilidade de serem publicados muitos artigos, sabendo que no ano anterior houve igualmente uma grande produção por parte destes bancos, também é alta, de cerca de 66.7% (Figura 17).

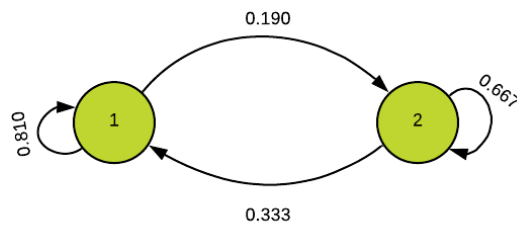


Figura 17 – Probabilidades de transição da Cadeia de Markov para o volume de produção dos Bancos Centrais do Eurosistema antes da introdução do Euro

Após 1999, a probabilidade destes bancos publicarem poucos artigos dado que no ano anterior a mesma situação ocorreu, continua a ser elevada (de, aproximadamente, 88.9%). No entanto, é certo que se estes bancos publicarem muitos artigos em revistas científicas num determinado ano, assim permanecerá nos anos seguintes, uma vez que o estado 2 é um estado absorvente (Figura 18).

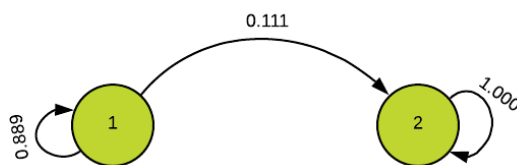


Figura 18 - Probabilidades de transição da Cadeia de Markov para o volume de produção dos Bancos Centrais do Eurosistema após a introdução do Euro

Verificar a Homogeneidade

No teste de homogeneidade realizado para a série agregada, obteve-se um $p - value = 0.109$. Desta forma, a hipótese nula (hipótese de homogeneidade) é rejeitada apenas para níveis de significância superiores a 10.9%. Portanto, considerando um nível de significância de $\alpha = 0.05$, não se rejeita a hipótese de homogeneidade.

No entanto, houve uma quebra de estrutura para o período de 2002, o que indica que o volume de produção de artigos científicos ao nível do total de Bancos Centrais nacionais da Área Euro apenas se alterou, significativamente, no ano em que as notas e moedas do Euro entraram efetivamente em circulação.

4.2.1.2. Bancos Centrais do Grupo de Controlo

Considerando o volume de produção dos bancos do GC antes da introdução do Euro, se num determinado ano estes bancos publicassem poucos artigos em revistas científicas, existia uma probabilidade de 96.6% de no ano seguinte a situação se manter. Por outro lado, é certo que se num determinado ano existissem muito artigos publicados em revistas científicas por estes bancos, o panorama assim se manteria nos anos seguintes, o que significa que, neste caso, o volume de produção elevado é um estado absorvente no período anterior à introdução do Euro, situação que contrasta com a do grupo de bancos do Eurosistema (Figura 19).

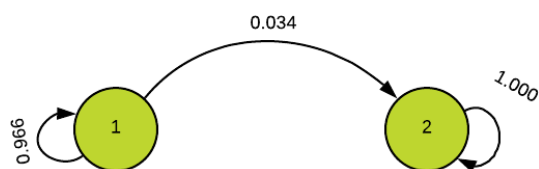


Figura 19 – Probabilidades de transição da Cadeia de Markov para o volume de produção dos Bancos Centrais do GC antes da introdução do Euro

Após a introdução desta moeda, as situações descritas anteriormente mantêm-se, mas com probabilidades mais baixas. Ou seja, continua a ser muito provável que se estes bancos publicarem poucos artigos científicos num determinado ano, no ano seguinte continuarão a fazê-lo. No entanto, a probabilidade passa de 96.6% para 62.5%. Por outro lado, a probabilidade de existirem muitas publicações em revistas científicas, por parte destes bancos, ano após ano passa de 100% para 77.8% (Figura 20).

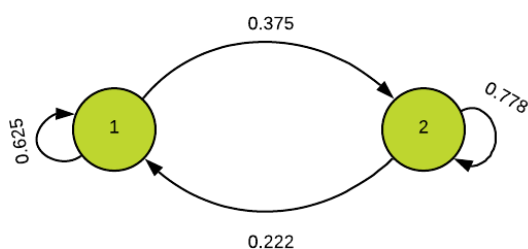


Figura 20 – Probabilidades de transição da Cadeia de Markov para o volume de produção dos Bancos Centrais do GC após a introdução do Euro

Apesar de o comportamento das probabilidades de transição do estado 1 ser semelhante ao que ocorre nos Bancos Centrais nacionais da Área Euro, o comportamento das probabilidades de

transição do estado 2 é muito diferente, uma vez que no caso dos bancos do Eurosistema, passa a ser certo que após a introdução do Euro o seu volume de produção seja alto ano após ano.

Verificar a homogeneidade

No teste de homogeneidade realizado para esta série, obteve-se um $p - value = 4.21e^{-05}$. Desta forma, rejeita-se a hipótese nula para níveis de significância superiores a esse valor, ou seja, para todos os níveis de significância habituais.

Assim, podemos afirmar que existe uma quebra de estrutura na MPT durante o período de introdução do Euro.

4.2.2. Outcome Científico – Número de Citações

Nesta secção foram construídas séries temporais de 1969 a 2017, em que cada observação corresponde ao número total de citações que os artigos publicados em cada um destes anos obtiveram. Por exemplo, no caso da série relativa aos bancos do Eurosistema, no ano 2000 houve um total de 39 artigos. Somando o número de citações de cada um destes artigos, temos um total de 645 citações, que seria o valor observado desta série para o ano 2000. O mesmo é feito para o GC.

Tal como no caso do número de publicações, o número de citações foi classificado consoante o seu volume: alto ou baixo. Como também neste caso pretendemos verificar se a introdução do Euro provocou alguma alteração, dividimos a série temporal em duas, uma para o período de 1969 a 1999 e outra para o período de 2000 a 2017.

Como se pode ver pelos valores da Tabela 16, considerando o nível de significância de $\alpha = 0.05$, todas as sequências respeitam a propriedade de Markov, uma vez que $p - value > \alpha$, o que significa que a hipótese nula não é rejeitada.

	<i>p-value</i>
Eurosistema antes do Euro	1
Eurosistema depois do Euro	0.9728
GC antes do Euro	0.9177
GC depois do Euro	1

Tabela 16 – P-values obtidos nos testes da propriedade de Markov relativos ao número de citações dos artigos dos Bancos Centrais

4.2.2.1. Bancos Centrais do Eurosistema

Antes da introdução do Euro, se os artigos publicados, num dado ano, pelos bancos do Eurosistema fossem pouco citados, muito provavelmente a situação repetir-se-ia no ano seguinte, com uma probabilidade de, aproximadamente, 96.4%. Por outro lado, se os artigos publicados, num dado ano, pelos bancos do Eurosistema, acumulassem muitas citações, os artigos publicados no ano seguinte seriam pouco citados (Figura 21).

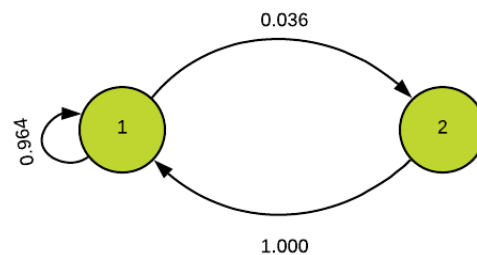


Figura 21 – Probabilidades de transição da Cadeia de Markov para o número de citações dos Bancos Centrais do Eurosistema antes da introdução do Euro

Os resultados obtidos para o período após a introdução do Euro são mais favoráveis para estes bancos. Por um lado, existe uma maior probabilidade de os artigos publicados num dado ano serem mais citados, sabendo que no ano anterior os artigos publicados por estes bancos não foram muito citados, probabilidade que passa de 3.6% para 40%. E, por outro lado, não só passou a existir a possibilidade de os artigos publicados num dado ano serem muito citados, sabendo que a mesma situação se verificou no ano anterior, como o valor desta probabilidade é muito elevada de, aproximadamente, 83.3% (Figura 22).

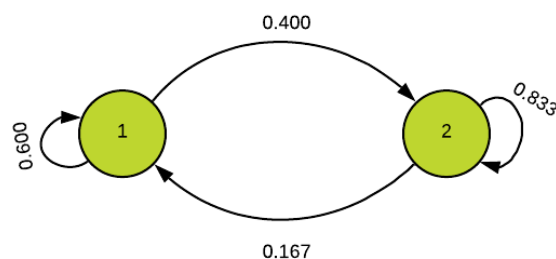


Figura 22 – Probabilidades de transição da Cadeia de Markov para o número de citações dos Bancos Centrais do Eurosistema após a introdução do Euro

Adicionalmente, foi também construída uma série temporal em que o número de citações de cada artigo correspondia a uma observação da série. Desta forma, tínhamos uma série temporal com 4 544 observações, composta pelo ano de publicação do artigo e o número de citações que este obteve. No entanto, como os resultados são praticamente iguais aos obtidos anteriormente, não se apresentam aqui.

Verificar a Homogeneidade

No teste de homogeneidade realizado para a série agregada, obteve-se um $p - value = 2.58e^{-07}$. Assim, rejeita-se a hipótese de homogeneidade para níveis de significância superiores a este valor, ou seja, para todos os níveis de significância habituais.

Desta forma, conclui-se que existe uma quebra de estrutura no número de citações aquando da introdução do Euro.

4.2.2.2. Bancos Centrais do Grupo de Controlo

Considerando o total de citações que os artigos publicados pelos bancos do GC obtiveram, foi criada uma série temporal com 48 observações (48 anos de análise), em que cada observação correspondia ao número de citações que os artigos publicados em cada um dos anos obtiveram.

Em ambos os períodos é certo que se num determinado ano foram publicados artigos que arrecadaram bastantes citações, o mesmo não aconteceria com os artigos publicados no ano seguinte (Figura 23 e Figura 24).

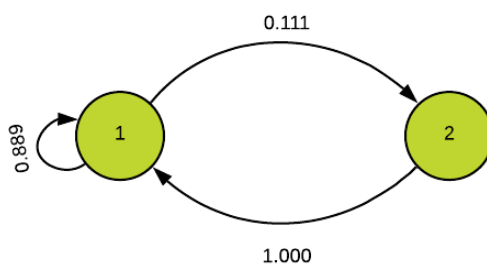


Figura 23 – Probabilidades de transição da Cadeia de Markov para o número de citações dos Bancos Centrais do GC antes da introdução do Euro

Antes da introdução do Euro existia uma probabilidade de 88.9% de os artigos publicados serem pouco citados, sabendo que os publicados no ano anterior também o haviam sido (Figura 23). Após a introdução desta moeda, esta probabilidade continua a ser bastante elevada, mas diminui para 78.6% (Figura 24).

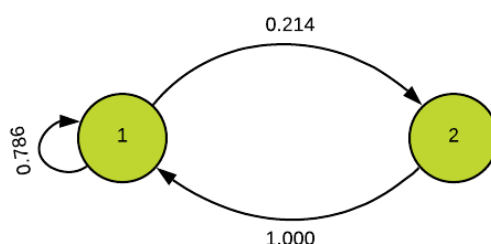


Figura 24 – Probabilidades de transição da Cadeia de Markov para o número de citações dos Bancos Centrais do GC após a introdução do Euro

Tal como no caso do Eurosistema foi também construída uma série em que cada observação correspondia ao número de citações que cada artigo publicado arrecadara. Esta série era composta por 1 489 observações. Porém, os resultados não foram aqui apresentados por serem redundantes, uma vez que são praticamente iguais aos que foram obtidos anteriormente.

Verificar a homogeneidade

O p -value obtido para o teste de homogeneidade foi p - value = 0.5764. Por esse motivo, não se rejeita a hipótese nula para os níveis de significância habituais. Consequentemente, não existe evidência estatística de que tenha ocorrido uma quebra de estrutura na MPT para o volume de citações dos bancos do GC, aquando da introdução do euro. Este resultado era previsível uma vez que as cadeias se mantiveram muito semelhantes entre os dois períodos.

Com a aplicação da Teoria das Cadeias de Markov, verificámos que após a introdução do Euro a produção científica dos Bancos Centrais sofreu, de facto, algumas alterações. Em termos de volume de produção, passou a ser certo que se os bancos pertencentes ao Eurosistema publicassem muitos artigos científicos num determinado ano, nos anos seguintes continuariam a fazê-lo. Este acontecimento não era certo, no período anterior à introdução do Euro, uma vez que existia probabilidade de estes bancos passarem de um alto volume de produção para um baixo volume de produção. Relativamente ao número de citações, os resultados obtidos para os Bancos Centrais do Eurosistema após a introdução do Euro também aparentam ser mais favoráveis. Antes da introdução desta moeda, era certo que se os artigos publicados por estes bancos num determinado ano fossem muito citados, no ano seguinte a situação não se repetiria. Porém, após o surgimento do Euro, não só passou a ser provável que isto acontecesse, como esta probabilidade passou a ser elevada.

5. CONCLUSÃO

A produção científica dos Bancos Centrais ainda é um tema pouco estudado. No entanto, num artigo publicado em 2018, chegou-se à conclusão de que os artigos relacionados com a economia monetária publicados em revistas científicas pelos Bancos Centrais tendem a ter um maior impacto que aqueles que são produzidos fora destas instituições. O que nos permite concluir que a produção científica destas instituições tem vindo a cativar cada vez mais o interesse público.

Desta forma, neste trabalho, foi realizada uma breve análise à produção científica destes bancos para os anos de 1969 a 2017, em termos do número de artigos publicados em revistas científicas, o número de citações que estes geraram e os seus padrões de autoria.

De acordo com a base de dados utilizada, podemos concluir que, de um modo geral, após a introdução do Euro, todos os bancos aumentaram, significativamente, a sua produção de *output* científico. Os Bancos Centrais mais produtivos do Eurosistema, excluindo o BCE, são os bancos de França, da Itália, da Alemanha e da Holanda.

Com a aplicação da Teoria das Cadeias de Markov ao volume de produção dos 19 bancos do Eurosistema, chegámos à conclusão de que antes da introdução do Euro era muito provável que o volume de produção destes bancos fosse baixo, ano após ano. Por outro lado, após a introdução desta moeda, tornou-se certo que se estes bancos publicassem muitos artigos científicos num determinado ano, então, no ano seguinte, voltariam a fazê-lo.

Estes resultados permitem-nos concluir que, após a introdução do Euro, os Bancos Centrais do Eurosistema tornaram-se mais consistentes na publicação de artigos em revistas científicas.

Uma vez que a situação que se verificou nos bancos do GC foi um pouco diferente, isto permite-nos atribuir alguma causalidade à introdução do Euro, pois no caso dos bancos do GC, após este evento institucional tornou-se menos provável que estes bancos publicassem muitos artigos científicos ano após ano comparativamente ao período anterior ao Euro.

Se considerarmos o número total de citações que todos os artigos publicados pelos bancos do Eurosistema obtiveram, em cada ano, a conclusão a que se chega é de que os artigos publicados por estes bancos eram pouco citados e, após a introdução do Euro, os artigos publicados por estes bancos passaram a ser mais citados o que nos permite concluir que o *output* científico destas instituições passou a ser alvo de maior interesse público.

Tal como no caso do volume de produção, os resultados obtidos para o GC são diferentes do que os que se obtiveram para os Bancos Centrais da zona Euro. Antes da introdução da nova moeda era certo que se estes bancos publicassem artigos muito citados num determinado ano, os artigos publicados no ano seguinte não seriam muito citados, situação que se assemelha à dos bancos do Eurosistema. No entanto, após este evento institucional, a situação não se alterou, ao contrário do que acontece com os Bancos Centrais do Eurosistema. Desta forma, podemos pensar no efeito de causalidade decorrente da introdução desta moeda.

Uma das limitações deste estudo que podemos destacar é o facto de a informação não estar completamente atualizada. Apesar de terem sido atualizados os valores das citações no desenvolvimento desta dissertação, esta medida altera-se diariamente, uma vez que os artigos podem ser citados ainda hoje. Para além disso, este tipo de métricas depende muito da base de dados utilizada, uma vez que os números registados na base de dados *Scopus* não são os mesmos que se encontram registados na *Web of Science*, por exemplo. Outra limitação que podemos mencionar é o facto de poderem existir artigos publicados por Bancos Centrais em revistas científicas que não tenham sido aqui considerados, uma vez que foi apenas utilizada a base de dados *Scopus*. Numa análise futura, para garantir uma maior cobertura da informação, poder-se-ia extrair os dados de mais do que uma base de dados bibliográfica. Não obstante, podem ainda existir artigos que não estejam referenciados em nenhuma das bases de dados. Algo que podemos também considerar como limitação é o facto de a escolha dos bancos do GC estar limitada a um pequeno número de Bancos Centrais, por não existir tanta informação na base de dados utilizada para este trabalho para a maioria dos bancos não pertencentes ao Eurosistema.

Para análises futuras, poderia ser interessante estudar outros indicadores, como, por exemplo, aprofundar mais o estudo das *keywords*, que apesar de terem sido mencionadas, não foram alvo de uma análise muito complexa, ou utilizar mesmo outros indicadores que aqui não foram referidos, como por exemplo, os códigos JEL e o índice-h das revistas científicas em que os artigos foram publicados. Para além disso, na aplicação das CM, poderia ser interessante considerar mais estados do que apenas dois, como foi feito neste estudo. Desta forma, poderiam existir outro tipo de indicadores que fariam sentido analisar, como, por exemplo, o tempo médio de absorção de um estado absorvente.

6. BIBLIOGRAFIA

- Angelini, P. (2003). Small is beautiful but large is not to be belittled: a comment on Eijffinger et al. [Eur. J. Political Economy 18 (2002) 365–374]. *European Journal of Political Economy*, 19(4), 901–903. [https://doi.org/10.1016/S0176-2680\(03\)00044-2](https://doi.org/10.1016/S0176-2680(03)00044-2)
- Badis, H., & Rachedi, A. (2015). Modeling tools to evaluate the performance of wireless multi-hop networks. *Modeling and Simulation of Computer Networks and Systems*, 653–682. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800887-4.00023-7>
- Ball, R., & Tunger, D. (2007). Science indicators revisited – Science Citation Index versus SCOPUS: A bibliometric comparison of both citation databases. *Information Services & Use*, 26(4), 293–301. <https://doi.org/10.3233/ISU-2006-26404>
- Black, J., Hashimzade, N., & Myles, G. (2009). A Dictionary of Economics. In *A Dictionary of Economics*. <https://doi.org/10.1093/acref/9780199237043.001.0001>
- Bojar, W., Knopik, L., Żarski, J., Kuśmierek-Tomaszewska, R., & Żarski, W. (2018). *Markov chain as a tool for forecasting daily precipitation in the vicinity of the city of Bydgoszcz, Poland*. <https://doi.org/10.1051/itmconf/20182300003>
- Bolton, P., Cecchetti, S., & Reichlin, L. (2014). *External Evaluation of Research at the Banque de France*. Retrieved from <https://www.banque-france.fr/sites/default/files/media/2016/10/25/eer-final-report-29.09.pdf>
- Bonilla, C. A., Merigó, J. M., & Torres-Abad, C. (2015). Economics in Latin America: a bibliometric analysis. *Scientometrics*, 105(2), 1239–1252. <https://doi.org/10.1007/s11192-015-1747-7>
- Braun, T., Glänzel, W., & Schubert, A. (2006). A Hirsch-type index for journals. *Scientometrics*, 69(1), 169–173. <https://doi.org/10.1007/s11192-006-0147-4>
- Brezina, I., Pekár, J., Čičková, Z., & Reiff, M. (2016). Herfindahl–Hirschman index level of concentration values modification and analysis of their change. *Central European Journal of Operations Research*, 24(1), 49–72. <https://doi.org/10.1007/s10100-014-0350-y>
- Broadus, R. N. (1987). Toward a definition of “bibliometrics.” *Scientometrics*, 12(5–6), 373–379. <https://doi.org/10.1007/BF02016680>

- Burrell, Q. L. (2007). Hirsch index or Hirsch rate? Some thoughts arising from Liang's data. *Scientometrics*, 73(1), 19–28. <https://doi.org/10.1007/s11192-006-1774-5>
- Caballero, R., & Servén, L. (2012). *Research at the Bank of Spain: An Evaluation*. Retrieved from https://www.bde.es/f/webpi/SES/home/files/report_eval.pdf
- Centeno, M. de L. (2014). *Introdução aos Processos Estocásticos* (p. 93). p. 93.
- Chan, K. C., Chang, C.-H., & Chen, Y. (2012). A retrospective analysis of financial research by worldwide central banks and international monetary organizations. *Applied Economics Letters*, 19(18), 1917–1922. <https://doi.org/10.1080/13504851.2012.676729>
- Chappin, E. J. L., & Ligtoet, A. (2014, February 1). Transition and transformation: A bibliometric analysis of two scientific networks researching socio-technical change. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 30, pp. 715–723. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.11.013>
- Claveau, F., & Dion, J. (2018). Quantifying central banks' scientization: why and how to do a quantified organizational history of economics. *Journal of Economic Methodology*, 25(4), 349–366. <https://doi.org/10.1080/1350178X.2018.1529216>
- Damásio, B. (2013). *Multivariate Markov Chains - Estimation, Inference and Forecast. A New Approach: What If We Use Them As Stochastic Covariates?* Instituto Superior de Economia e Gestão.
- Damásio, B. (2018). *Essays on Econometrics. Multivariate Markov Chains*. ISEG.
- Damásio, B., Louçã, F., & Nicolau, J. (2018). The changing economic regimes and expected time to recover of the peripheral countries under the euro: A nonparametric approach. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 507, 524–533. <https://doi.org/10.1016/J.PHYSA.2018.05.089>
- Damásio, B., & Mendonça, S. (2018). Modelling insurgent-incumbent dynamics: Vector autoregressions, multivariate Markov chains, and the nature of technological competition. <https://doi.org/10.1080/13504851.2018.1502863>, 26(10), 843–849. <https://doi.org/10.1080/13504851.2018.1502863>
- Damásio, B., & Nicolau, J. (2014). Combining a regression model with a multivariate Markov

- chain in a forecasting problem. *Statistics & Probability Letters*, 90(1), 108–113.
<https://doi.org/10.1016/J.SPL.2014.03.026>
- Damásio, B., & Nicolau, J. (2020). *Time inhomogeneous multivariate Markov chains : detecting and testing multiple structural breaks occurring at unknown* (No. 0136–2020). Retrieved from <http://hdl.handle.net/10400.5/20164>
- De Moya-Anegón, F., Chinchilla-Rodríguez, Z., Vargas-Quesada, B., Corera-Álvarez, E., Muñoz-Fernández, F. J., González-Molina, A., & Herrero-Solana, V. (2007). Coverage analysis of Scopus: A journal metric approach. *Scientometrics*, 73(1), 53–78.
<https://doi.org/10.1007/s11192-007-1681-4>
- Delbianco, F., Fioriti, A., Hernandez-Chanto, A., & Tohmé, F. (2020). A Markov-switching approach to the study of citations in academic journals. *Journal of Informetrics*, 14(4), 101081. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2020.101081>
- Derevitskii, I. V., & Kovalchuk, S. V. (2019). Analysis course of the disease of type 2 diabetes patients using Markov chains and clustering methods. *Procedia Computer Science*, 156, 114–122. <https://doi.org/10.1016/J.PROCS.2019.08.186>
- Durieux, V., & Gevenois, P. A. (2010). Bibliometric Indicators: Quality Measurements of Scientific Publication. *Radiology*, 255(2), 342–351.
<https://doi.org/10.1148/radiol.09090626>
- ECB. (2015). What is a central bank? Retrieved June 27, 2019, from <https://www.ecb.europa.eu/explainers/tell-me/html/what-is-a-central-bank.en.html>
- ECB. (2016). Why does the ECB conduct research? Retrieved May 17, 2019, from <https://www.ecb.europa.eu/explainers/tell-me-more/html/research.en.html>
- Eijffinger, S. C. W., de Haan, J., & Koedijk, K. (2002). Small is beautiful: measuring the research input and output of European central banks. *European Journal of Political Economy*, 18(2), 365–374. [https://doi.org/10.1016/S0176-2680\(02\)00086-1](https://doi.org/10.1016/S0176-2680(02)00086-1)
- Fairthorne, R. A. (1969, April 1). Empirical Hyperbolic Distributions (Bradford-Zipf-Mandelbrot) for Bibliometric Description and Prediction. *Journal of Documentation*, Vol. 25, pp. 319–343. <https://doi.org/10.1108/eb026481>

- Falagas, M. E., Kouranos, V. D., Arencibia-Jorge, R., & Karageorgopoulos, D. E. (2008). Comparison of SCImago journal rank indicator with journal impact factor. *The FASEB Journal*, 22(8), 2623–2628. <https://doi.org/10.1096/fj.08-107938>
- Falagas, M. E., Pitsouni, E. I., Malietzis, G. A., & Pappas, G. (2008). Comparison of PubMed, Scopus, Web of Science, and Google Scholar: strengths and weaknesses. *The FASEB Journal*, 22(2), 338–342. <https://doi.org/10.1096/fj.07-9492Isf>
- Fonseca, E. N. da. (1973). Bibliografia Estatística e Bibliometria: Uma Reivindicação de Prioridades. In *Ciência da Informação* (Vol. 2). Retrieved from <http://revista.ibict.br/ciinf/article/view/19>
- Gaivão, J. P. (2018). *Processos Estocásticos e Aplicações* (p. 81). p. 81.
- Garfield, E. (1955). Citation Indexes for Science: A New Dimension in Documentation through Association of Ideas. *Science*, 122(3159), 108–111. <https://doi.org/10.1126/science.122.3159.108>
- Garfield, E. (2000). Use of Journal Citation Reports and Journal Performance Indicators in measuring short and long term journal impact. *Croatian Medical Journal*, 41(4), 368–374. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11063757>
- Garfield, E. (2007). The evolution of the science citation index. *International Microbiology*, 10, 65–69. <https://doi.org/10.2436/20.1501.01.10>
- Godana, G. (2011). SCImago. *Communication Studies Theses, Dissertations, and Student Research*. Retrieved from <https://digitalcommons.unl.edu/commstuddiss/14>
- González-Pereira, B., Guerrero-Bote, V. P., & Moya-Anegón, F. (2010). A new approach to the metric of journals scientific prestige: The SJR indicator. *Journal of Informetrics*, 4(3), 379–391. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2010.03.002>
- Goodfriend, M., König, R., & Repullo, R. (2004). *External Evaluation of the Economic Research Activities of the European Central Bank*. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/265745966>
- Hertz, D. H. (1987). Bibliometrics, History of the Development of Ideas. In A. Kent (Ed.), *Encyclopedia of Library and Information Science* (pp. 144–211). New York, M. Dekker.

- Hirsch, J. E. (2005). An index to quantify an individual's scientific research output. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 102(46), 16569–16572. <https://doi.org/10.1073/pnas.0507655102>
- Hood, W. W., & Wilson, C. S. (2001). The literature of bibliometrics, scientometrics, and informetrics. *Scientometrics*, 52(2), 291–314. <https://doi.org/10.1023/A:1017919924342>
- Jelaska, I., Trninic, S., & Perica, A. (2012). Analysis of basketball game states and transition probabilities using the Markov chains. *Fizicka Kultura*. <https://doi.org/10.5937/fizkul1201015j>
- Jondeau, É., & Pagès, H. (2003). *Benchmarking Research in European Central*.
- Joshi, M. A. (2014). Bibliometric Indicators for Evaluating the Quality of Scientific Publications. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 15(2), 258–262. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-1525>
- Karlin, S., & Taylor, H. M. (1998). *An Introduction to Stochastic Modeling* (3rd ed.). Retrieved from <https://www.elsevier.com/books/an-introduction-to-stochastic-modeling/taylor/978-0-12-684880-9>
- Kermarrec, A.-M., Faou, E., Merlet, J.-P., Robert, P., & Segoufin, L. (2007). *Que mesurent les indicateurs bibliométriques?* Retrieved from <https://urfirst.chartes.psl.eu/sites/default/files/file/docsmdb/INRIAindicateurs.pdf>
- Khiatani, D., & Ghose, U. (2018). Weather forecasting using Hidden Markov Model. 2017 *International Conference on Computing and Communication Technologies for Smart Nation, IC3TSN 2017, 2017-October*, 220–225. <https://doi.org/10.1109/IC3TSN.2017.8284480>
- Kokol, P., & Blažun Vošner, H. (2019). Historical, descriptive and exploratory analysis of application of bibliometrics in nursing research. *Nursing Outlook*. <https://doi.org/10.1016/J.OUTLOOK.2019.04.009>
- Landhuis, E. (2016). Scientific literature: Information overload. *Nature* 2016 535:7612, 535(7612), 457–458. <https://doi.org/10.1038/nj7612-457a>
- Ledesma Rodríguez, F. J., Pérez Rodríguez, J. V., & Santana Gallego, M. (2012). *On the impact of*

the euro on international tourism.

Li, J. (2005). *Markov Chain Interpretation of Google Page Rank.*

Lundberg, J. (2006). *Bibliometrics as a research assessment tool: impact beyond the impact factor.* Karolinska Institutet.

Mendonça, S., Pereira, J., & Ferreira, M. E. (2018). Gatekeeping African studies: what does “editormetrics” indicate about journal governance? *Scientometrics* 2018 117:3, 117(3), 1513–1534. <https://doi.org/10.1007/S11192-018-2909-1>

Mingers, J., MacRi, F., & Petrovici, D. (2012). Using the h-index to measure the quality of journals in the field of business and management. *Information Processing and Management*, 48(2), 234–241. <https://doi.org/10.1016/j.ipm.2011.03.009>

Moed, H. F., De Bruin, R. E., & Van Leeuwen, T. N. (1995). New bibliometric tools for the assessment of national research performance: Database description, overview of indicators and first applications. *Scientometrics*, 33(3), 381–422. <https://doi.org/10.1007/BF02017338>

Moed, H. F., & Van Leeuwen, T. N. (1996). Impact factors can mislead. *Nature*, 381(186). <https://doi.org/10.1038/381186a0>

Momesso, A. C., & Noronha, D. P. (2017). Bibliométrie ou Bibliometrics: O que há por trás de um termo? *Perspectivas Em Ciencia Da Informacao*, 22(2), 118–124. <https://doi.org/10.1590/1981-5344/2831>

Mulet-Forteza, C., Genovart-Balaguer, J., Mauleon-Mendez, E., & Merigó, J. M. (2019). A bibliometric research in the tourism, leisure and hospitality fields. *Journal of Business Research*, 101, 819–827. <https://doi.org/10.1016/J.JBUSRES.2018.12.002>

NSF. (1973). *Science Indicators*, 1972. Washington, DC.

Okubo, Y. (1997). *Bibliometric Indicators and Analysis of Research Systems: Methods and Examples.* <https://doi.org/10.1787/208277770603>

Pao, M. L., & McCreery, L. (1986). Markov Chains theory in the detection of research activities in physics. *Czechoslovak Journal of Physics*, 36(1), 111–114. <https://doi.org/10.1007/BF01599740>

- Pavic, I., Galetic, F., & Piplica, D. (2016). Similarities and Differences between the CR and HHI as an Indicator of Market Concentration and Market Power. *British Journal of Economics, Management & Trade*, 13(1), 1–8. <https://doi.org/10.9734/bjemt/2016/23193>
- Pellegrini, G. (1999). Analysing Economic Growth using Panel Data and Markov Chains. *Bulletin of the International Statistical Institute, 52nd Session Proceedings*, 2. Retrieved from <https://www.stat.fi/isi99/proceedings/arkisto/varasto/pell0333.pdf>
- Peng, Z., Bao, C., Zhao, Y., Yi, H., Xia, L., Yu, H., ... Chen, F. (2010). Weighted Markov chains for forecasting and analysis in Incidence of infectious diseases in jiangsu Province, China. *Journal of Biomedical Research*, 24(3), 207. [https://doi.org/10.1016/S1674-8301\(10\)60030-9](https://doi.org/10.1016/S1674-8301(10)60030-9)
- Pfeiffer, M., Zhang, H., & Hohmann, A. (2010). A Markov Chain Model of Elite Table Tennis Competition. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 5(2), 205–222. <https://doi.org/10.1260/1747-9541.5.2.205>
- Pinto, M. J., & Fernandes, S. (2015). New questions arise: are bibliometric indicators adequate for evaluating the scientific production of the Social Sciences and Humanities? *Qualitative and Quantitative Methods in Libraries*, 161–169.
- Potter, W. G. (1981). Bibliometrics. *Library Trends*, 30(1).
- Pritchard, A. (1969). Statistical Bibliography or Bibliometrics? *Journal of Documentation*, 25(4), 348–349.
- Ravi Kumar, P., Alex Goh, K. L., & Ashutosh, K. S. (2013). Application of Markov chain in the PageRank algorithm. *Pertanika Journal of Science and Technology*.
- Rehn, C., Gornitzki, C., Larsson, A., & Wadskog, D. (2014). *Bibliometric Handbook for Karolinska Institutet*. Retrieved from https://kib.ki.se/sites/default/files/bibliometric_handbook_2014.pdf
- REPP. (2015). *Quantitative indicators for research assessment – a literature review*. Canberra.
- Roemer, R. C., & Borchardt, R. (2015). *Meaningful metrics : a 21st century librarian's guide to bibliometrics, altmetrics, and research impact*. Retrieved from <http://cds.cern.ch/record/2217021>

- Ross, S. M. (2010). Introduction to Probability Models. In *Introduction to Probability Models: Tenth Edition*. <https://doi.org/10.1016/C2009-0-30640-6>
- Rousseau, R. (2014). Forgotten founder of bibliometrics. *Nature*, 510(7504), 218–218. <https://doi.org/10.1038/510218e>
- Sahoo, S., & Schönborn, A. (2020). A bibliometric overview of WMU Journal of Maritime Affairs since its inception in 2002. *WMU Journal of Maritime Affairs*, 19(1), 5–25. <https://doi.org/10.1007/s13437-020-00197-w>
- Sandström, U., & Van den Besselaar, P. (2016). Quantity and/or Quality? The Importance of Publishing Many Papers. *PLOS ONE*, 11(11), e0166149. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0166149>
- Scopus. (2020). *Content Coverage Guide*.
- Serfozo, R. (2009). *Basics of Applied Stochastic Processes*. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-89332-5>
- Sivertsen, G., Rousseau, R., & Zhang, L. (2019). Measuring scientific contributions with modified fractional counting. *Journal of Informetrics*, 13(2), 679–694. <https://doi.org/10.1016/J.JOI.2019.03.010>
- Soloviev, V., Saptsin, V., & Chabanenko, D. (2011). *Markov Chains application to the financial-economic time series prediction*. Retrieved from <https://arxiv.org/abs/1111.5254v1>
- St-Amant, P., Tkacz, G., Guérard-Langlois, A., & Morel, L. (2005, December 1). *Quantity, Quality, and Relevance: Central Bank Research, 1990–2003*. Retrieved from <https://www.bankofcanada.ca/2005/12/working-paper-2005-37/>
- Tahamtan, I., Safipour Afshar, A., & Ahamdzadeh, K. (2016). Factors affecting number of citations: a comprehensive review of the literature. *Scientometrics*, 107(3), 1195–1225. <https://doi.org/10.1007/s11192-016-1889-2>
- Thompson, D. F., & Walker, C. K. (2015). A Descriptive and Historical Review of Bibliometrics with Applications to Medical Sciences. *Pharmacotherapy: The Journal of Human Pharmacology and Drug Therapy*, 35(6), 551–559. <https://doi.org/10.1002/phar.1586>
- Trichet, J. C. (2007). The role of research in central banks and at the ECB. Retrieved May 17,

- 2019, from <https://www.ecb.europa.eu/press/key/date/2007/html/sp070522.en.html>
- Twumasi, C., Asiedu, L., & Nortey, E. N. N. (2019). Markov Chain Modeling of HIV, Tuberculosis, and Hepatitis B Transmission in Ghana. *Interdisciplinary Perspectives on Infectious Diseases*, 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/9362492>
- UIS. (2005). What do bibliometric indicators tell us about world scientific output? - UNESCO Digital Library. Retrieved November 13, 2020, from <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000217111>
- UNDP. (2002). *Handbook on Monitoring and Evaluating for Results*. New York, NY.
- Van Leeuwen, T. N., & Moed, H. F. (2002). Development and application of journal impact measures in the Dutch science system. *Scientometrics*, 53(2), 249–266. <https://doi.org/10.1023/A:1014808709694>
- Van Leeuwen, T. N., Visser, M. S., Moed, H. F., Nederhof, T. J., & Van Raan, A. F. J. (2003). The holy grail of science policy: Exploring and combining bibliometric tools in search of scientific excellence. *Scientometrics*, 57(2), 257–280. <https://doi.org/10.1023/A:1024141819302>
- Vieira, E. S., & Gomes, J. A. N. F. (2009). A comparison of Scopus and Web of science for a typical university. *Scientometrics*, 81(2), 587–600. <https://doi.org/10.1007/s11192-009-2178-0>
- Voskoglou, M. G. (2015). Applications of Finite Markov Chain Models to Management. *International Conference on Knowledge Engineering and Big Data Analytics (KE & BDA)*, 10.
- Waltman, L., & van Eck, N. J. (2015). Field-normalized citation impact indicators and the choice of an appropriate counting method. *Journal of Informetrics*, 9(4), 872–894. <https://doi.org/10.1016/J.JOI.2015.08.001>
- Waltman, L., van Eck, N. J., van Leeuwen, T. N., Visser, M. S., & van Raan, A. F. J. (2011). Towards a new crown indicator: Some theoretical considerations. *Journal of Informetrics*, 5(1), 37–47. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2010.08.001>
- Wilson, C. S. (1995). *The formation of subject literature collections for bibliometric analysis: the*

case of the topic of Bradford's Law of Scattering. University of New South Wales. School of Information, Library and Archive Studies.

Yucel, M. E. (2009). A bibliometric review of the research papers of the Central Bank of Turkey. *MPRA Paper*. Retrieved from <https://ideas.repec.org/p/pra/mprapa/18323.html>

7. ANEXOS

Bancos	País
ECB	
Eurosystem	
Oesterreichische Nationalbank	Áustria
National Bank of Belgium	Bélgica
Central Bank of Cyprus	Chipre
Bank of Estonia	Estónia
Bank of Finland	Finlândia
Banque de France	França
Deutsche Bundesbank	Alemanha
Bank of Greece	Grécia
Central Bank and Financial Services Authority of Ireland	Irlanda
Bank of Italia	Itália
Bank of Latvia	Letónia
Bank of Lithuania	Lituânia
Central Bank of Luxembourg	Luxemburgo
Central Bank of Malta	Malta
De Nederlandsche Bank	Holanda
Banco de Portugal	Portugal
Národná banka Slovenska	Eslováquia
Banka Slovenije	Eslovénia
Bank of Spain	Espanha
Non-Eurosystem	
Bulgarian National Bank	Bulgária
Croatian National Bank	Croácia
Czech National Bank	República Checa
Danmarks Nationalbank	Dinamarca
Magyar Nemzeti Bank	Hungria
Narodowy Bank Polski	Polónia
National Bank of Romania	Roménia
Sveriges Riksbank	Suécia
Bank of England	Reino Unido
Non- European System of Central Bank	
Bank of Albania	Albânia
National Bank of the Republic of Belarus	Bielorrússia
Central Bank of Bosnia and Herzegovina	Bósnia-Herzegovina
Central Bank of Iceland	Islândia
National Bank of Liechtenstein	Liechtenstein
National Bank of Moldova	Moldávia
Central Bank of Montenegro	Montenegro
Norges Bank	Noruega
Bank of Russia	Rússia

National Bank of Serbia	Sérvia
Swiss National Bank	Suíça
National Bank of Ukraine	Ucrânia
Administration of the Patrimony of the Apostolic See	Cidade do Vaticano
Central Bank of Kosovo	Kosovo
Central Bank of the Turkish Republic of Northern Cyprus	Norte do Chipre
Central Bank of Republic of Turkey	Turquia
Non European	
Reserve Bank of Australia	Austrália
Reserve Bank of New Zealand	Nova Zelândia
Bank of Japan	Japão
Bank of Korea	Coreia do Sul
People's Bank of China	China
Reserve Bank of India	Índia
Federal Reserve System	EUA
Bank of Canada	Canadá
Bank of México	México
Central Bank of Brazil	Brasil
Central Bank of Chile	Chile
Central Bank of Argentina	Argentina
Central Bank of Egypt	Egipto
South African Reserve Bank	África do Sul
Central Bank of Kenya	Quênia

Tabela 17 - Lista de bancos existentes na base de dados utilizada para a análise global

